ELEMENTI

DI

FILOSOFIA

ORDINATI E DISPOSTI

DA

M.r Angelo Ciampi

PROFESSORE DI FILOSOFIA, E SINTESI NEL LICEO REALE DEL SALVATORE, VISITATORE DEGLI STUDÎ NEL LICEO ARCIVESCOVILE, SOCIO DELL' ERCOLANESE, DELLA PONTANIANA, DELL' ARCADIA, DELLA TIBERINA, DELLE SCIENZE, ED ARTI DI VITERBO EC.

EDIZIONE OTTAVA

TOM. VII.

FISICA VOLUME III.

NAPOLI

DAI TORCHI DEL FILIATRE-SEBEZIO

1845

Sono in casa dell'Autore vico Maiorani n. 41.

DISSERTAZIONE XII.

ACQUA

1. L'acqua, dopo l'aria, è il fluido più necessario sì agli usi, che a' comodi della vita. È la bevanda degli uomini, e degli animali, e senza di essa la vegetazione vien meno.

2. L'acqua è abbondantissima in natura. Si trova 1. nell' atmosfera sotto la forma di vapori. 2. sulla superficie della terra ne' fonti, ne' laghi, ne' fiumi, ne' mari ec., 3. nelle viscere della terra, dove va circolando.

3. L'acqua comparisce nell' aspetto di *liquidità* 2 di *fluido aeriforme* 3. di *ghiaccio*.

CAP. I.

Natura dell' acqua

4. L'acqua è stata creduta dagli antichi un elemento. Gli esperimenti di Priestley, e Gavendish fecero sospettare, che non fosse tale; ma quelli di Lavoisier, di la Place, Monge, Volta ec. hanno dimostrato essere un ossido d' idrogeno, e perciò una sostanza composta d' idrogeno, e di ossigeno.

5. L' analisi dimostra, che l' acqua è un ossido d' idrogeno. Si prenda il tubo (fig. 112.) *AB* di vetro verde ben cotto, nel quale si metta la raschiatura di ferro dolce. Al capo *B* si adatti la storta *C*. piena di 100. grani di acqua, e si sovrapponga al fornello *D*: all' altro capo *A*. si applichi il tubo serpentino *mno*, che termina nella bottiglia *E*. Acceso il fuoco sì d' intorno al tubo *AB*, che sotto il fornello *D*; 1. nella storta *C* sparirà l' acqua. 2. nel tubo *AB* si troverà la raschiatura di ferro ridotta ad *etiope marziale*, o sia *ossido di ferro nero*, accresciuta di 85. grani di peso. 3. nella bottiglia *E*. si troveranno 15 grani di gas idrogeno.

6. 1.° L' acqua non è più nella storta. Dunque si è decomposta, 2. la limatura di ferro si è ossidata, ed accresciuta di peso di 85. grani. Dunque l' acqua, decomponendosi, ha somministrati al ferro 85. grani di ossigeno, per ossidarlo. 3. si son trovati nella bottiglia *E*. 15. grani di gas idrogeno. Dunque l' acqua, decomponendosi, ha somministrati 15. grani d'idrogeno, per esser portato dal calorico alla forma gassosa.

7. Si prendano gas idrogeno, e gas ossigeno nella proporzione di 15. ad 85. grani, e si chiudano in un vase. Quindi colla scintilla elettrica si brucino. Si avrà uno scoppio, e poi un annebbiamento nel vase, che, diradandosi, andrà a cadere nelle sue pareti in forma di rugiada, che raccolta si troverà essere acqua del peso de' due gas. Ecco la sintesi dell' acqua.

8. Se l' idrogeno, e l' ossigeno sono i componenti dell' acqua, e se l' una, e l' altra sostanza si trovano in forma solida, bisogna dir, che l' acqua è solida di sua natura.

9. Se l' idrogeno, e l' ossigeno sono i componenti dell' acqua, e se queste due sostanze entrano nella composizione di quasi tutt' i corpi; non è meraviglia, che dalla decomposizione de' corpi anche più duri, si cava sempre qualche porzione di acqua. Questa vi esisteva ne' suoi componenti, e si forma nell' atto della decomposizione (1).

CAP. II.

Acqua nello stato di fluidità

10. L' acqua nello stato di fluidità è una combinazione di ghiaccio, e di calorico, o sia il ghiaccio fuso. Può dirsi fluido visibile, trasparente, insipido, senza colore, senza sapore, e senza odore.

11. L' acqua così definita è la pura. Ma dov' è? Ella, tenendo ordinariamente in se sciolte particelle eterogenee, partecipa della loro natura, e quindi ha sempre qualche odore, qualche colore, qualche sapore.

12. Essendo l' aria ordinariamente infetta di particelle

---

(1) Quindi non è strano, che dalle ossa, e dalle corna indurite, e secche sino a dare scintille, quando si percuotono coll' acciarino, si tragga l' acqua, decomponendole: nè fa maraviglia, che Talete Milesio sia stato di sentimento, che l' acqua sia la materia primitiva, donde risultano tutt' i corpi. Questa opinione è stata adottata da qualche Fisico ne' tempi posteriori, e specialmente dal Walterio. *Orig. del mondo.*

eterogenee , difficilmente può apprendersi la sua gravità specifica. L' acqua distillata , che può dirsi pura , è all' aria come 811 $\frac{1}{8}$: 1. Il suo peso in un piede cubico è di libbre Parigine 70 , e due once.

13. Se l'acqua è solida per natura (8) , donde proviene la sua fluidità ? Senza dubbio dal calorico , ch' è la causa generale della fluidità di tutt' i corpi. Infatti , riscaldandosi il ghiaccio , si ha l' acqua fluida.

14. Quanto calorico si richiede , acciocchè l' acqua sia fluida ? Se si prende una libbra di ghiaccio , e sopra di essa si versa una libbra di acqua riscaldata a 60.°, R.; si avranno due libbre di acqua fluida alla temperatura di *o*. Dunque 60. gradi di calorico si esigono per l' acqua nello stato di fluidità.

15. Quindi l' acqua fluida è un miscuglio d' idrogeno , e di ossigeno nella proporzione di 15 : 85 , e di calorico a gradi 60.

16. L' acqua è compressibile ? Trasmette il suono. Dunque è elastica , e perciò compressibile. Ecco quel , che detta il raziocinio. Intanto , se un globetto di argento si riempie di acqua , e ben saldato si batte con un martello , non si ammacca , se l' acqua non trasuda pe' pori.

17. Da ciò conchiusero gli Accademici Fiorentini nel 1689 , che l' acqua non è compressibile , e così si pensò lungo tempo. In seguito furono fatti esperimenti diversi , da' quali si dedusse, che l' acqua compressa minora di volume , ma non si credè potersene fidare , perchè non si era badato a mantenere i vasi sempre del medesimo volume. Canton usò questa cautela , e provò , che non solo l' acqua , ma tutt' i liquidi compressi minorano di volume.

18. L' istrumento destinato a far simili pruove si dice *piezometro*. Consiste in una caraffina di vetro a collo esilissimo graduato , la quale , dopo esservi posto il fluido da esplorarsi , si mette in un fluido della stessa natura , acciocchè il vetro soffra la stessa pressione dentro , e fuori. Facendosi la pressione , si vede abbassarsi l' altezza del fluido nel tubo graduato.

19. Canton , Sturm , Colladon , Oersted , etc. si son occupati della compressione de' liquidi sotto una , o più atmosfere. Ecco il risultamento delle loro pruove.

20. *Fenomeni della compressione de' liquidi.* 1. La compressione dell' acqua è proporzionale alle forze comprimenti sino a 7. atmosfere. 2. L' acqua ordinaria , e la spogliata di aria non si comprimono egualmente : la compressione della prima essendo di 49 , 5. milionesime del suo volume, quella della seconda è di 51 , 3 milionesime. Questo indica , che la compres-

sione dell' acqua non deve attribuirsi solamente all' aria, che in essa si contiene. 3. L' acqua satura di ammoniaca quanto più si comprime, tanto meno lascia comprimersi. 4. L' acido acetico sotto la compressione di 1200. atmosfere diviene solido, e cristallizzato. *Perkins*. 5. cessando la forza comprimente, i liquidi riprendono il loro volume, ciocchè ne pruova l'elasticità etc.

21. L' acqua è molto dilatabile. Riscaldata al termine dell' ebullizione cresce $\frac{1}{16}$ del suo volume, e, quando svapora, si riduce ad un volume assai maggiore.

CAP. III.

Combinazione dell' acqua con varii corpi.

22. L' acqua si trova ne' corpi nello stato 1. di *chimica combinazione*, dove si rende sensibile solamente per l' affinità chimica. Tal' è l' acqua de' cristalli salini, e petrosi, degli umori vegetabili, ed animali ec. 2. di *aggregazione latente*, dove può manifestarsi per mezzi meccanici, come per la condensazione de' corpi. Tal' è l' acqua, che nell' atmosfera genera le varie meteore. 3. di *aggregazione sensibile*. In questo stato si manifesta in tutt' i corpi umidi, e bagnati.

23. Combinandosi l' acqua con varì corpi ordinariamente li decompone, e talvolta è da essi decomposta. Secondo le varie sostanze, che tiene in se sciolte, ne forma varì depositi, e quindi nascono diversi prodotti. 1.° l' acqua, che contiene il carbonato di calce, formandone deposito, fa il *travertino* Tali sono le acque presso Tivoli, e Viterbo, che abbondano di gas acido idrosolforico. Quindi il travertino talora percosso ne manda l' odore, 2. se in simili acque cadono foglie di alberi, e steli di piante, come di grano, o di granone, s' incrostano, formandosi corpi ben duri, che rappresentano le foglie, e gli steli lapidei, che s'intrecciano variamente. Le acque del Clanio di Acerra hanno simil forza, ed io ho veduto intrecci lapidei bizzarri nel giardino del Canonico Arciprete di Acerra Tito Manlio, 3. quando grani di arena, o altri piccioli corpicciuoli sono agitati nell' acqua di tal natura, ricevono successivamente nuovi strati calcari, e formano le concrezioni dette *pisoliti*, *e confetti di Tivoli* 4. se i succhi petrosi dopo essersi filtrati nelle pietre, uscendo a secco, si consolidano a goccia a goccia, formano le concrezioni dette *stalattiti* rappresentanti gruppi graziosi, e bizzarri, che imitar sogliono rami di alberi, ceppi di funghi, mammelle ec. 5. se i succhi petrosi, deponendosi

sugli sterpi delle piante, e le superficie di altri corpi, le cuovrono intorno, si hanno le *incrostazioni*. Quelle, che si formano dalle acque de' bagni a S. Filippo presso Radicofoni, sono talora sì bianche, e sì dure da pareggiar il marmo, e poter essere adattate a formare ritratti, e quadretti a basso rilievo, di cui abbondano Roma, e Firenze. 6. talora i succhi petrosi, cadendo su legni, pesci, conchiglie. etc., penetrano l'organica struttura senza alterarne la forma, e si hanno le *petrificazioni reali*. Secondo la diversa natura de' succhi petrosi, le sostanze, che ne son penetrate, diventano spato, selce, gesso etc. 7. talvolta il corbonato di calce deposto nello stato cristallino serve di cemento alle ghiaie, o arene, e forma le brecce, o pietre arenarie. Così presso la spiaggia di Messina si riproduce l'arenaria, che si toglie per farne macine.

24. Molti solidi si ammassano per la *precipitazione* delle particelle, che contengono i liquidi. Il cloruro di soda (salmarino) si ammassa per la precipitazione nell'acqua marina, e lo zucchero si ammassa per la precipitazione nel succo di canna. I solidi ammassàti per precipitazione acquistano varie proprietà pel varie modo di precipitare. Se la precipitazione si fa per evaporazione lenta, e senza agitazione, i depositi presentano una cristallizzazione regolare: se per evaporazione tumultuosa, si ha una polvere opaca senza segni di regolarità. Le precipitazioni medie fra questi due estremi passano dalle più regolare alla informe doposizione. Il carbonato di calce, e'l marmo di Carrara, o di Paro sono la sostanza medesima diversamente aggregata, come la sostanza medesima sono l'antracite (carbon di terra), e 'l diamante. Se l'arte, come ha trovato il modo di fare i cristalli dal carbonato di calce, trovasse anche quello di farli dall'antracite, si avrebbe anche il diamante artificiale.

I depositi cristallizzati, nell'ammassarsi, si combinano con una certa quantità d'acqua, che contengono nello stato solido: questa è l'acqua detta di *cristallizzazione*.

È verità fondamentale della *Cristallografia* assodata specialmente da Haidinger, e da Mitscherlick, che la medesima sostanza, cristallizzandosi a diverse temperature, si combina con diversa quantità di acqua di cristallizzazione, ed acquista diverse forme, e proprietà.

25. L'acqua si ritrova nell'aria. I vapori, che sempre sono nell'atmosfera, anche più secca, e serena, mostrano l'acqua nell'aria. Le bolle di aria, che si sviluppano dall'acqua, quando è posta sotto il recipiente della campana pneumatica, e se ne estrae l'aria, dimostrano l'aria nell'acqua.

26. Quando l'aria contiene più acqua? 1. l'acqua si eleva nell'aria, riducendosi a fluido aeriforme, e perciò per mezzo del calorico. Dunque la quantità di acqua nell'aria è proporzionale alla temperatura dell'aria 2. l'aria, rarefacendosi nella campana pneumatica, va sempre deponendo de' vapori sulle interne pareti della campana. Dunque l'acqua, che si contiene nell'aria, è proporzionale alla densità della medesima.

27. Quindi l'acqua nell'atmosfera è in continuo moto di salita, e di scesa, e perciò i vapori si sollevano, e precipitano nell'aria per la sua varia temperatura, e densità.

28. Similmente l'aria non si contiene nell'acqua sempre egualmente. L'acqua ne fa perdita a proporzione, che si riscalda, e, divenuta bollente, se ne spoglia del tutto. Ecco perchè l'acqua, riscaldandosi, tramanda sulla sua superficie delle bolle di aria. Quando poi l'acqua si gela, l'aria scappa via egualmente. Ecco perchè nel ghiaccio si veggono delle bolle di aria, che ne accrescono il volume.

29. Quindi i limiti dell'attrazione tra l'acqua, e l'aria son ristretti tra i punti dell'ebullizione, e della congelazione, cioè tra 0, ed 80 gradi nel termometro di Reaumur.

30. Non solamente all'aria, ma a moltissime altre sostanze l'acqua si attacca. Di queste 1. alcune son penetrate dall'acqua, e solidificate. La sabbia, e la calce viva, che son gl'ingredienti del cemento murario, acquistano la durezza lapidea, quando son mescolati coll'acqua, che sembra far parte della loro solidità, come ne'cristalli di rocca, e nelle sostanze minerali 2. altre la decompongono, come i metalli, specialmente i più combustibili, che perciò lentamente si ossidano, e contraggono la ruggine all'aria umida.

31. Le sostanze, che più di tutte son penetrate dall'acqua, sono i sali, che vengono sciolti ne' loro componenti. Quindi, svaporando l'acqua, in cui vi sono sciolti de' sali, si ha la *cristallizzazione* de' medesimi. Ecco perchè per l'acqua si separano i sali dalle sostanze, che li contengono, come dalle terre, dalle ceneri etc.

32. L'acqua non iscioglie un sale egualmente in ogni stato. Ne scioglie più calda, che fredda. Quindi, raffreddandosi l'acqua, in cui v'è un sale, ne precipita una porzione.

33. Non tutte le specie di sali sono sciolte dall'acqua in egual dose. Quell'acqua, che scioglie 12 once di sal comune, ne scioglie poco più di 8 di muriato di ammoniaca.

34. L'acqua, che ha sciolta una dose di sale, non ne scioglie più, e si ha la *soluzione saturata*, nella quale, se si mette più sale, sarà precipitato ben presto.

35. Perchè non tutte le specie di sali sono sciolte dall' acqua egualmente? Non essendo tutt' i sali della medesima natura, son di figura diversa, e hanno con l' acqua diversa attrazione.

36. Perchè l' acqua calda scioglie più sale, che la fredda? L' acqua, riscaldandosi, si rende più fluida, e più dissolvente.

37. Da che l' acqua, saturatasi di un sale, non ne scioglie più, e non iscioglie tutte le specie di sali egualmente, si spiega, perchè l' acqua, saturatasi di un sale, ne scioglie un altro di diversa specie, e saturatasi di questo, ne scioglie anche un terzo etc.

38. L' acqua, sciogliendo un sale, ordinariamente si raffredda nella soluzione, e così resta per qualche tempo. Tranne il carbonato di potassa, l' acetito di piombo, e i fosfati di magnesia, di ferro, di rame, di zinco etc., tutti gli altri sali producono un tal fenomeno.

39. Il raffreddamento nell' acqua, non si fa da tutt' i sali egualmente. Il sal comune raffredda l' acqua di un grado, il nitrato di potassa di gradi 5, il solfato di soda di gradi 5 $\frac{1}{2}$, e 'l murriato di ammoniaca di gradi 10 $\frac{1}{2}$ Questo sale produce il più pronto, e 'l più sensibile raffreddamento. Quindi può usarsi invece del diaccio a rinfrescare i liquori (1).

40. Donde nasce il raffreddamento dell' acqua nella soluzione de' sali? La miscela, che ne risulta, è più capace di ricevere il calorico, giacchè la capacità pel calorico è diversa.

41. L' efficacia, che ha l' acqua di sciogliere i sali, unita a quella, che ha d' incorporare a se le diverse sostanze anche gassose, la rende attissima alla nutrizione degli animali. L' acqua scioglie nel ventricolo, e trae specialmente dal cibo, e dalla bevanda il nutrimento, che ridotto in chilo pe' vasi rispettivi, è distribuito per tutto il corpo.

42. Quindi l' acqua meglio, che qualunque altro fluido, promuove la digestione negli animali (2).

---

(1) Pel rinfrescamento di un liquore nel modo indicato, si dee mettere il liquore in un vase, che si tuffa in un altro ripieno di acqua, in cui si sciolgono i sali.

(2) L' acqua non è il solo menstruo della digestione. Il calorico, e 'l *succo gastrico* la pruomovono. Il ventricolo è come una pignatta sul fuoco pel calorico, che riceve dalle parti, che lo circondano, e le pareti del medesimo abbondano di un succo detto *gastrico*, ch' è il più gran dissolvente. Reaumur, Sieyenes, e Spallanzani contro l' opinione de' meccanici hanno dimostrato, che a questo fluido sopratutto è dovuta la digestione. Ess' introdussero nello stomaco di animali viventi

CAP. IV.

Osservazioni sulle qualità dell' acqua.

43. L'acqua pura è come l'araba fenice. Tenendo in se sciolte particelle eterogenee, è soggetta a varie alterazioni (11).

44. Le acque, che lambono la superficie della terra, oltre de' gas, sogliono contenere delle sostanze minerali. Quindi son varie, per la varietà delle terre, che lambono.

45. Le acque piovane non son sempre pure Tergono l'atmosfera dalle sostanze, che vi nuotano. Chaptal ha osservato, che 1. le acque delle piogge tempestose son sempre più infette: 2. le prime a cadere son sempre più impure di quelle, che cadono dopo qualche ora, o qualche giorno di pioggia: 3. quelle, che cadono, spirando venti marini, sogliono contenere del sal marino. Ad ogni modo però le acque piovane. 1. son meno infette delle altre. 2. più facilmente si purificano. Le particelle straniere, che contengono, essendo assai tenui, e volatili, facilmente se ne sviluppano

46. Le acque de' pozzi, e delle cisterne sogliono contenere 1. *terra calcare*, 2. *sali terrei*, 3. *sostanze estrattive vegetabili, ed animali.*

47. Le acque, che contengono terra calcare, benchè limpide, e fresche, hanno un gusto spiacevole, ed a stento sciolgono il sapone. Si purificano, facendole passar per letti di ghiaia, e mettendole a contatto dell' atmosfera.

48. Le acque, che contengono sali terrei, sono pesanti allo stomaco, aspre, crude, indigeribili, non isciolgono il sapone, e difficilmente ammolliscono i legumi. Si spogliano de'sali, bollendosi, ed esponendosi all'aria.

49. Le acque, che tengono sciolte sostanze estratte da' vegetabili, o animali corrotti, si corrompono facilmente, fomentano varie razze d' insetti, formano de' fiocchi mucillagginosi

---

i loro cibi ordinari dentro tubi di latta, e li trovarono digeriti. Dunque non è l'azione meccanica del ventricolo, che li dissolve. Nel ventricolo de' pesci grandi si trovono pesciolini intieri nella loro forma, ma toccati si spappolano: il succo gastrico li ha già penetrati, e disposti al disfacimento.

I chimici moderni han dirette le loro osservazioni sul succo gastrico de' diversi animali, ed han ritrovato quello de' carnivori differente da quello degli erbivori. L' uomo, che può dirsi un animale *onnivoro*, ha un succo gastrico, che partecipa dell' uno, e dell' altro.

verdi, o scuri sulla superficie, non hanno la limpidezza cristallina, e formano grumetti coll'ebullizione, o col sapone. Sogliono esser perniciose pe' gas, che tramandano, e cagionano talora dissenterie, febbri intermittenti ostinate, e recidive, tisi, e varie specie d'idropisie. Si migliorano, rendendole correnti, cuocendole, e molto più rinnovandole.

50. Le migliori acque potabili sono 1. ne' luoghi montuosi, ove, dopo essersi filtrate nella sabbia, e rinfrescate pel contatto dell'aria, zampillano ne' fonti; 2. nelle cisterne, ove hanne avuto il tempo di spogliarsi delle parti sedimentose, e di rinfrescarsi per la ventilazione.

51. La miglior acqua potabile 1. è limpida, 2. non ha odore: 3. non ha sapore, ma imprime sulla lingua un senso di freschezza piccante: 4. è elastica, 5. esposta al fuoco tramanda un aria migliore dell'atmosferica: 6. non vizia l'aria agitata con essa 7. bolle senza intorbidarsi, e senza deposizione: 8. scioglie bene il sapone: 9. cuoce bene i legumi: 10. imbianca bene le tele: 11. non s'intorbida coll'acqua di calce, o con altri reattivi: 12. conservata in vasi chiusi non si altera, 13. non iscioglie alcun metallo sensibilmente; tranne l'arsenico. 14. scioglie la calce viva. 15. è grata al palato, non aggrava lo stomaco, e promuove la digestione.

CAP V.

Influenza dell' acqua sulla vegetazione

52. L'acqua influisce sulla vegetazione tanto per se stessa, quanto per le diverse sostanze, che tiene in se sciolte.

53. Vi son piante, che vegetano nell'acqua, dove hanno tutto lo sviluppo, ed aumento. Esse son senza dubbio alimentate dall'acqua. Ma è solamente l'acqua, che le nudrisce? Forse l'aria, che sempre si trova nell acqua, e l'acido carbonico dell'atmosfera, vi concorrono.

54. L'acqua s'introduce nelle piante sì per le radici, che per la faccia inferiore delle foglie. Parte, senza scomporsi, si combina colla pianta, e forma gl' *idrati*, parte, decomponendosi, lascia l'idrogeno alla pianta, mentre l'ossigeno, come parte escrementizia, ne scappa via sotto la forma gassosa.

55. Finalmente l'acqua si trova nelle piante, come un fluido atto a tenere in se sciolti i diversi prodotti vegetabili. La mucilagine, la base zuccherosa, gli acidi, i sali, e tutto ciò, ch'è solubile, concorre coll'acqua a formare i succhi propri delle piante; che ne ritengono quanto è necessario, per con-

servarne gli umori, e ne tramandano fuori il resto per la traspirazione umorale, la quale, come osservò Guattari, si eseguisce specialmente nella parte superiore delle foglie.

CAP. VI.

Acqua in vapori

56. L'acqua con 60. gradi di calorico combinato è fluida (14). Se riceve nuovo calorico, va elevando la sua temperatura, finchè, nella pressione ordinaria dell' atmosfera, a gradi 80. di calorico nel termometro di Reaumur bolle, e si riduce in *vapori*.

57. Quindi 1. l'ebullizione è il termine tra lo stato fluido, e vaporoso dell' acqua 2. i vapori son l'ossido d'idrogeno combinato con gradi di calorico 60 + 80, e perciò sono un misto di $\frac{15}{100}$ d' idrogeno, $\frac{85}{100}$ di ossigeno, e 140.° di calorico.

58. I vapori talvolta sono invisibili, e talvolta visibili sotto la forma di una nube bianco-grigia. Ciò deriva dal diverso stato dell' aria. Se l' aria è secca, e calda, i vapori sono attenuati, e non le tolgono la trasparenza: se l' aria è umida, e fredda, i vapori non possono essere attenuati, e si manifestano sotto la forma di nube. Il sole asciutta uno strato umido sì di està, che d' inverno; ma d' inverno si vede staccar dallo strato una specie di fumo.

59. I gradi di calorico per l' ebullizione, ed evaporazione dell' acqua, debbono essere più, o meno di 80, secondo che cresce, o diminuisce la pressione ordinaria dell' atmosfera. L'acqua istessa, per bollire, esige più calorico nella profondità di una valle, che sulla cima di un monte. Ciò risulta dalle osservazioni de' Sig. de Luc, e Schuokburg, e si conferma per la macchina pneumatica, sotto il recipiente della quale si vede bollir l' acqua tiepida all' estrazione dell' aria.

60. Alla stessa pressione dell' atmosfera per bollire, l' acqua infetta di particelle straniere, esige più, o meno calorico, secondo la quantità, e la qualità delle particelle eterogenee. L' acqua distillata bolle più presto d' ogni altra, e la dolce più presto della marina.

61. Come il calorico riduce l' acqua in vapori? Insinuandosi nell' acqua, la va rarefacendo, ed espandendo in volume. attenuandone le particelle, che si rendono perciò più leggiere.

62. Quindi s' intende, perchè l' acqua in un vase esposto al fuoco concepisce un movimento intestino, e si veggono conti-

nuamente montar sulla superficie del vase le particelle, che sono nel fondo. Esse son le prime ad essere attenuate.

63. Quando l'acqua nel fondo del vase attenuata è montata su; lo strato soviapposto si mette a contatto col fondo del vase, e subisce la medesima modificazione. Quindi in ogni vase, di acqua, che si riscalda da sotto sopra, si hanno due correnti, l'una ascendente, e l'altra discendente, che producono il movimento di ebullizione. Sembra, che i fluidi non metallici non conducono, ma trasmettono il calorico, e perciò si riscaldano, e bollono per la miscela delle parti. Rumfort l'ha pensato, e forse anche provato. Ho detto forse, perchè Murnai ha opposte all'opinione di Rumfort esperienze non lievi.

64 S'intende ancora, perchè impunemente può toccarsi il fondo di una caldaia, che contiene l'acqua bollente, nel primo momento, che si toglie dal fuoco. Il fondo della caldaia, non è molto caldo, perchè tutto il calorico si è impiegato ad attenuar quell'acqua, che vi corrispondeva.

65. Dunque l'acqua non è capace di ricevere nello stato di fluidità più di 80. gradi di calorico. Pel calorico maggiore si riduce in vapori. Quind'i corpi, che, per essere sciolti, richieggono più di 80. gradi di calorico, come il piombo, lo stagno ec. non sono sciolti nell'acqua riscaldata (1).

66. Dunque l'acqua nello stato di fluidità investita ad un tratto da gradi di calorico più di 80, svapora tumultuosamente. Ecco quel, che succede, versandosi l'acqua sull'olio bollente, o sulle materie metalliche fuse nelle forme, per farne campane, o cannoni, se son umettate. Il calorico dell'olio bollente, e delle materie metalliche fuse è assai più di 80 gradi, e l'acqua, essendone investita tutta insieme, svapora con tumulto. Quindi nascono i disastri, e le ruine, che sogliono cagionarsi in tal'incontri (2). Si legge ne' Comentarî dell'Istituto di Bologna, che nel versarsi il bronzo fuso in una forma, per farne campane, si ebbe un'esplosione si violenta, che la forma, e 'l bronzo fuso furono lanciati ad enormi distanze, la terra pro-

---

(1) Non solamente l'acqua, ma tutt'i corpi volatili non sono capaci, che di una data quantità di calorico. Se questa eccede, essi perdono lo stato loro, e si riducono a fluidi aeriformi. La quantità poi di calorico, ch'è capace di ricevere un corpo volatile, è nella ragione inversa della sua *volatilità*. Lo spirito di vino più volatile dell'acqua, esige meno calorico.

(2) Quando si versa l'acqua sull'olio bollente, si spruzza intorno, e scotta le persone poco accorte, che friggono qualche cosa.

fondò in voragine, e degli astanti molti furono uccisi, o feriti. Fu causa dell' esplosione la forma non bene asciugata.

67. L' acqua però buttata su materie alla temperatura oltre 80.° R. non ha sempre l'evaporazione tumultuosa. Deslandes, avendo gittato un bicchiero d' acqua sul vetro fuso, la vide senza fragore conformarsi in una sfera, rotolare sul vetro, diminuire di volume a poco a poco, e sparire in tre minuti. Spallanzani, volendo verificare simili esperienze, trovò, che non erano ignote ai vetrari. L' acqua stessa versata sul rame, e l' argento fuso dà fremito senza esplosione, e versata sul ferro, la cui rossezza va scemandosi, bolle, solleva onde di vapori, e sparisce. I fenomeni dell' acqua versata sulle sostanze diversamente calde si sono osservati da molti, ed ultimamente da Despretz, e da Fischer.

68. Quanta è l' espansione in volume, che l' acqua riceve pel calorico? Bollente cresce $\frac{1}{16}$ di volume, ridotta in vapori acquista un volume sino a 13824 volte maggiore (1).

69. Quando l' acqua, che si riduce in vapori, è nello stato di libertà, ha tutto il comodo di espandersi, ma, quando è ristretta, ed incontra ostacoli, fa grandi sforzi, per vincerli. Quindi nasce la forza de' vapori, ch' è sorprendente. Il sibilo, con cui i vapori escono dall' *eolipila* (2), e la *pignatta Papiniana* (3), in cui l' efficacia de' vapori tra pochi minuti fonde

---

(1) Si prenda un tubo di vetro, ad un estremo del quale sia soffiata una bolla. In essa si metta una goccia di acqua, il diametro della quale sia a quello della bolla = 1 : 24. Se si riscalda la goccia di acqua, si riduce in vapori, ed occupa l' intiera capacità della bolla. Or la solidità della goccia di acqua del diametro 1. è alla solidità di quella del diametro 24 = 1 : 13824. Dunque ec.

(2) *L' eolipila* è uno strumento metallico a forma di una pera, che termina in una punta con orificio esilissimo. In essa si mette l' acqua, che si espone al fuoco. Quando comincia l'evaporazione, i vapori escono dal piccolo orificio con gran sibilo, perchè non trovano un' apertura sufficiente. La favola di Eolo, che tiene i venti ristretti in un'otre, ha dato il nome a questo strumento, che vuol dire *porta di Eolo*. Se nell' eolipila invece di acqua si mette alcool, la corrente nell' uscire si accende, e si avrà un getto di fuoco.

(3) La *pignatta Papiniana* è una pignatta metallica ben solida: il coverchio è posto su di essa in modo, che la chiude ermeticamente, e vi è stretto con traverse, e viti. Quando l' acqua vi bolle, i vapori, non potendo scappar via, esercitano la forza loro sulle sostanze, che sono nella pignatta, e le sciolgono.

il piombo, lo stagno ec., e riduce a gelatina le ossa, e le corna degli animali, ne sono una pruova. Il Marchese di Worcester riempì d'acqua per tre quarti la capacità di un cannone, che ben chiuso nella bocca, e nel focone, sovrappose al fuoco. L'acqua riscaldata, non trovando libero il varco nel ridursi in vapori, urtò contro le parti del cannone con tal forza, che il fè crepare, come una granata.

70. La forza de' vapori è stata posta a profitto per le arti, e le manifatture. Quindi son nate le macchine a vapori (290 segg.)

71. Avviene talvolta che, mettendosi lo stoppaccio in un cannone ancor caldo, per lavarlo, la forza de' vapori lo spinge via col braccio dell'artigliere. Questo accidente potrebbe prevenirsi, applicando allo stoppaccio un tubo vuoto capace di lasciar libera l'espansione a' vapori. Il Signor Brisson dicea di meravigliarsi, che non si era fatto ancor uso di un mezzo sì semplice, e sì conducente.

CAP. VII.

Acqua in diaccio.

72. L'*acqua in diaccio* può veramente dirsi l'ossido d'idrogeno. Se con 60 gradi di calorico combinato diventa fluida (14), perdendoli, si solidifica, e diventa ghiaccio.

73. Quando l'acqua si riduce a ghiaccio, mentre perde il calorico, le particelle componenti si convertono in tanti aghi prismatici a quattro facce, che si attaccano tra loro per l'affinità, e quindi l'acqua si rende solida.

74. Se il limite dell'affinità dell'acqua coll'aria è il punto della congelazione (29), mentre l'acqua va riducendosi a ghiaccio, va spogliandosi dell'aria, che in se contiene. Questa però, nel fuggirne, incontra gli aghi prismatici, che si vanno ad affrontare, e restando in parte intercettata tra essi forma le bolle visibili nel ghiaccio.

75. Quindi l'acqua, congelandosi, dev'espandersi in volume. Il fatto ha confermata tal verità. Gli accademici del Cimento fecero un globetto di oro, che passava a misura per un anello di ottone. Dopo aver posta nel globetto l'acqua, che fecero congelare, il globetto non passava più per l'anello.

76. Che l'acqua, congelandosi, si espande in volume è un fatto innegabile. Vi è stato però chi ha preteso, che l'espansione è apparente, e deve attribuirsi al restringimento de'vasi, ne' quali si fa la congelazione. L'esperienze di Lefevre-Gineau hanno pienamente dimostrato, che l'espansione è reale.

77. Alcuni, come Galilei, hanno pensato, che l'acqua nella congelazione si rarefà, e quindi 'l diaccio non è, che l'acqua rarefatta. Ma, se le particelle dell' acqua si affrontano nella congelazione, e l' acqua si solidifica, ella effettivamente divien più densa. Dunque l' espansione del ghiaccio dipende dall'aria, che vi rimane intercettata. Negli ultimi tempi si è pensato, che le particelle dell' acqua prendono un ordine curvo di posizione nella congelazione, ch' è da considerarsi come una cristallizzazione. In questo nuovo ordine, intersecandosi, possono crescere di porosità, e quindi dilatarsi il volume.

78. Se l' acqua nel congelarsi acquista un volume maggiore, si fa di gravità specifica minore. Infatti il ghiaccio galleggia sull' acqua, e la gravità specifica del ghiaccio ordinario è a quella dell' acqua $= 8 : 9$. Ecco perchè montagne di ghiaccio vengono da' poli sulle coste settentrionali dell' Europa.

79. Dall' espansione del ghiaccio nel formarsi dipende la sua forza immensa. Huyghens riempì di acqua un cannone di ferro della doppiezza di un dito, e, dopo averlo ben chiuso, l' espose ad una forte gelata. Il cannone si crepò in due parti dopo 12. ore. Muschembroek, valcolando l' urto, che dovè farsi contro il ferro di tanta doppiezza, per frangerlo, trovò la forza del ghiaccio capace di elevare il peso di libbre 27720. Che forza sorprendente!

80. Per la forza dell' espansione del ghiaccio si spiega, perchè 1. i vasi di majolica, o di vetro, ne' quali si gelano i liquori, si screpolano: 2. dopo le forte gelate i lastrici si fendono, i pezzi di tonaca cadono dalle mura, e massi di gran mole si staccano dalle cime de' monti, 3. nelle orride invernate le piante inaridiscono, e le frutta si gelano. Nella Lapponia gli alberi talora si fendono con uno scoppio violento. Tutto ciò è l' effetto delle parti acquose, che sono in queste sostanze, e pel freddo si gelano.

81. La forza micidiale dell' espansione del ghiaccio suol risentirsi ne' luoghi freddi anche dagli uomini, che vi perdono naso, orecchie, dita ec., e talora benanche la vita. L' armata Francese, ritirandosi da Mosca nell' ultima campagna, ne somministrò una pruova spaventevole.

82. Quando una parte organica si è gelata, può salvarsi, se si fa sdiacciar lentamente, immergendola prima nella neve pestata, poi nell' acqua freddissima, quindi nell' acqua tiepida, e finalmente nella calda. Così ella va mano mano ripigliando quell' ordine, che ha perduto nell' organica struttura. Lo sdiacciamento rapido e sollecito, invece di rimettere, distruggerebbe assolutamente l' organizzazione. Ecco perchè le frutta gelate son perdute, se alla gelata sopravviene il caldo.

83. Quando l' aria, o altro corpo, che la circonda, ha una temperatura assai bassa, il calorico dell'acqua, che, tende all'equilibrio, dall'acqua passa nell' aria, o nel corpo circostante, e perciò l'acqua si solidifica, e gela.

84. La congelazione dell'acqua è più pronta, quando il vase, in cui si contiene, è circondato di neve, nella quale si versa un sale. Da ciò taluni hanno presa occasione di mettere in campo le *particelle frigorifiche* credute saline. È questo un errore. Il sale accresce nella neve la capacità pel calorico, e la neve, fondendosi, ha la proprietà di sottrarre il calorico a tutt' i corpi circostanti, finchè ne resta da fondersi.

85. Quindi s' intende, perchè dopo la caduta delle nevi si sente un gran freddo. Esse, disciogliendosi, sottraggono il calorico all' atmosfera.

86. Le acque miste di particelle straniere hanno bisogno per la congelazione di un freddo più acuto.

87. Quindi 1. facendosi gelar l' acqua, in cui vi è del sale; il sale è buttato nel fondo, e 'l ghiaccio, che si forma, è dolce. Ciò avviene alle acque del mare, quando gelano. 2. facendosi un sorbetto in un vase, nè tutto è carico egualmente di zucchero, nè tutto è freddo ugualmente. Il centro, in cui debbono esser buttate le particelle zuccherose, perchè le aderenti al vase gelano più presto, dev' esser più dolce, e più freddo.

88. Se tanto l' acqua, quanto l' aria, che la circonda, sono in riposo, si vede l' acqua raffreddata a più gradi del termometro sotto zero, senza esser congelata: se si agita l'acqua, o l' aria, l' acqua si gela all'istante. Essendo l' acqua, e l'aria in quiete, non si promuove lo sviluppo del calorico dall'acqua, che scappa via tosto, che l' acqua si mette in moto. Ecco perchè in simili circostanze, versandosi da un vaso l' acqua fluida, si va gelando in aria.

89. L'acqua comune o coverta da un strato di olio, o posta in vasi ermeticamente chiusi, si mantiene fluida ad un freddo anche maggiore di quello della congelazione. Questa osservazione fu fatta la prima volta da Brukman, il quale vide, che l' acqua ermeticamente chiusa gelava subito, che si esponeva all' aria libera. Questo è l' effetto della difficoltà, che incontra l' acqua in tale stato, di spogliarsi dell' aria. Ella non può passare attraverso nè de' vasi, nè dell' olio.

90. Il diaccio, che s' è formato una volta, è capace di concepire un freddo maggiore? L' esperienza dimostra, che sì. Il freddo del ghiaccio si aumenta 1. se 'l ghiaccio si espone ad un gran freddo per lungo tempo. 2. se vi si versa sopra

qualche spirito ardente, qualche acido, o qualche sale. Il sale, che più di tutti raffredda il ghiaccio, è il sal comune, o sal marino, e specialmente quando il suo peso è a quello del ghiaccio come 3 : 8.

91. Se le parti dell'acqua si attaccano nel formarsi il ghiaccio, la consistenza ne corrisponde 1. al freddo. 2. alla densità.

92. Donde nasce, che 'l ghiaccio è più, o meno denso? Dal toccarsi le particelle in più, o meno punti, e perciò dall'aver meno, o più bolle di aria intercettate. Ciò poi nasce dalla congelazione rapida, o lenta.

93. Dalla consistenza del diaccio dipende la durezza, e la tenacità del medesimo. Quindi la durezza, e la tenacità del diaccio son proporzionali 1. alla freddezza, 2. alla densità. La durezza, e la tenacità del diaccio talor son tali da vincere quella del marmo. I diacci dello Spitzberg, e dell'Islanda sogliono esser sì duri, e sì tenaci, che non possono rompersi col martello. Quindi non è strano, che i diacci della grossezza di pochi pollici sostengono talora non solo il peso di animali, e carri; ma quello ancora degli eserciti, e delle artigliere. Il Palazzo di ghiaccio costruito a Pietroburgo nel 1740 dà un' idea la più sorprendente della tenacità, e durezza del diaccio. Questo palazzo lungo piedi 58, alto piedi 16 fu fortificato da 6. cannoni, e due mortari da bombe del calibro ordinario parimenti di ghiaccio. Si diè fuoco a questi nuovi pezzi di artiglieria, senza che si rompessero. Si dice da Olao Magno, che i popoli Settentrionali sapevano formarsi nelle occorrenze le fortificazioni di diaccio. Il palazzo di Pietroburgo giustifica la possibilità, se non l' esistenza del fatto.

CAP. VIII.

Mezzi per promuovere la congelazione dell' acqua.

94. Promuovono la congelazione dell' acqua 1. l' *evaporazione* 2. la *ventilazione*. 3. le *soluzioni saline*.

95. L' *evaporazione* promuove la congelazione, sottraendo il calorico. Il Signor Lyod Williams riferisce di aver veduto farsi a Benares una grandissima quantità di ghiaccio, essendo la temperatura dell' atmosfera sopra zero, in padelle porose di terra non vetriata unte di burro, ripiene di acqua, e poste sopra la paglia. Chardin riferisce, che in Persia, ed in Egitto si fa gran vendita di bocce di una specie di terra porosa, che conservano le acque freddissime, dando luogo all' evaporazione di quella, che trasuda da' pori. I viaggiatori, sospenden-

dole sotto il ventre de' cavalli, bevono l' acqua assai fredda nella più calda stagione.

96. La *ventilazione* pruomuove la congelazione dell'acqua, perchè ne promuove l' evaporazione.

97. Le *soluzioni saline* sono un mezzo efficacissimo per promuovere la congelazione dell'acqua. Walker con diverse proporzioni di sali sciolti gelò mezza oncia di alcool con tre once di acqua, ed anche il mercurio. Le soluzioni saline debbono mettersi non già nell' acqua, o nel fluido, che si vuol gelare, perchè concepirebbero un freddo intensissimo, senza gelarsi, ma in un acqua, che circonda il vase pieno del fluido, che si vuol congelare. Walker, per diminuire più la temperatura, si è servito di tre, o quattro recipienti di diversa capacità, de' quali l' uno si conteneva nell' altro.

CAP. IX.

Acque minerali

98. Si dicono *acque minerali* tutte quelle, in cui sono sciolte le sostanze minerali.

99. Le acque minerali si dicono *termali*, se hanno una temperatura più alta dell' ordinaria.

ART. 1.

Varie specie di acque minerali

100. Le acque minerali si classificavano un tempo per le loro virtù medicinali, dicendosi *febbrifughe*, *purganti ec.* Ora si classificano pe' loro componenti.

101. La prima classificazione delle acque minerali pe'componenti si fece da Plinio in *nitrose*, *alluminose*, *salse*, *ferrate*, *sulfuree* ec. In seguito si è fatta da Geoffroy, da Mounet, da Bergman, da Fuorcroy ec.

102. Le acque minerali son 1. *saline* 2. *saline ossidule* 3. *saline gas idrosolforate*.

103. *Le saline* tengono in soluzione sali alcalini, terrei, o metallici. Sogliono esser senza sapore, e trasparenti.

104. I sali, che contengono, sogliono essere di varia specie in varia proporzione. Quindi nasce la loro diversità.

105. I sali più ovvi nelle acque saline sono 1. i *muriati* di *soda*, di *magnesia*, di *calce* 2. i *carbonati* di *soda*, di *calce*, di *ferro* 3. i *solfati* di *soda*, di *calce*, di *magnesia*, di *rame*, di *allumina*, di *ferro*.

106. Sogliono contener benanche l'acido carbonico, ch'essendo in piccola quantità relativamente a' sali, e non manifestandosi a' sensi, non le toglie il nome di *saline*.

107. *Le saline-ossidule*, oltre a' sali, contengono una quantità tale di gas acido carbonico, che hanno un sapore piccante. La loro acidità arrossa la tintura di tornasole.

108. *Le saline gas idrosolforate*, oltre a' sali, contengono il gas idrogeno solforato. Tramandano odore sulfureo, e partecipano delle proprietà de' sali, e del gas idrogeno solforato.

109. *Le gas idro-solforate*, senza manifestare alcuna specie di sale, contengono il gas idrogeno solforato.

110. Le acque minerali sono *naturali*, ed *artificiali*: le prime sgorgano naturalmente, le seconde si formano con l'arte.

111. L'analisi dell'acqua minerale si fa sciogliendo l'acqua ne' suoi componenti, ed è perfetta, quando si è trovata dell'acqua 1. il principio mineralizzante. 2. la base mineralizzata, 3. la loro proporzione de' componenti Questa operazione è molto delicata, e nel farsi richiede molta oculatezza.

112. Si forma facilmente la sintesi. 1. impregando l'acqua del principio mineralizzante. 2. sciogliendo in essa in proporzione le sostanze, che ne formano la base.

113. Applicandosi comunemente alla medicina le acque minerali, comunemente si crede, che le naturali sieno preferibili: ma, considerandosi, che le acque minerali artificiali possono formarsi con quel principio mineralizzante, e con quella base mineralizzata, che si credono più a proposito, quando le acque minerali artificiali sono ben preparate, son preferibili alle naturali, anche perchè le naturali non si hanno sempre, ed in ogni luogo, e trasportate da luogo a luogo facilmente si alterano.

Art. 2.

Origine del calore nella acque termali.

114. Molte acque minerali hanno una temperatura più alta di quella dell'atmosfera, che le circonda (1).

---

(1) Le acque termali si trovano in varie guise, anche in fonti o perenni, o intermittenti, che in dati tempi si riscaldano, e talora son portate ad un altissima temperatura. Varenio riferisce essere nell' Islanda un fonte di acqua si calda, che non differisce dall'acqua bollente, e, secondo Caronio, nella Giapponia v'è un fonte d'acqua si fervida, che'l fuoco non può portarla alla stessa temperatura. *Geograph. lib.* 1. *c.* 17.

115. Le cause del calore nelle acque termali sembrano essere 1. la *vicinanza de' volcani*. 2. la *decomposizione delle piriti*. 3. il *calorico inceppato*. 4. la *condensazione de' vapori*.

116. La *vicinanza de' volcani*, riscaldando le terre adjacenti, può riscaldar le acque minerali. Le terme de' monti ignivomi, come del Vesuvio, dell' Etna, ec. lo mostrano ben chiaro. I volcani anch' estinti, o non ancora sbucciati possono dar origine al calore termale delle acque.

117. La *decomposizione delle piriti* fa le acque termali, perchè, quando le acque passano per luoghi, che abbondano di piriti, le umettano, e le decompongono. Le basi delle piriti, si rendono ossigenate, e 'l calorico, reso libero, riscalda le acque. Tissingtom ha osservato riscaldarsi le acque, che passavano per un monte pieno di noccioli piritosi.

118. Il *calorico inceppato* in qualche luogo può riscaldar le acque, che vi passano. Possono poi inceppare il calorico 1. le acque piovane in tempo estivo. 2. la posizione de' luoghi atta a concentrar l' azione de' raggi solari. 3. la materia di alcuni luoghi poco atta a condurre il calorico, come la carbonosa.

119. La *condensazione de' vapori* dà origine alle acque termali, quando i vapori si condensano in qualche seno, o caverna. Allora il calorico sprigionato reagisce sull' acqua, che nasce da' vapori condensati.

CAP. X.

Acqua del mare.

120. L' *acqua del mare* dee mettersi tra le minerali saline. Infatti per l' analisi se n' estrae il cloruro di soda, e 'l muriato di calce, il solfato di soda, di magnesia, e di calce.

121. Le affezioni dell' acqua marina son la salsedine, e l' amarulenza. Il cloruro di soda, *o sal comune*, è salato: i solfati di soda, e di magnesia son amari. Dunque quello produce la salsedine, e questi l' amarulenza.

122. Secondo gli esperimenti di Marselli, di Hales ec. l' acqua del mare contiene di sale, $\frac{1}{32}$ del proprio peso.

123. Come l' acqua del mare conserva la sua salsedine, ed amarulezza? Perchè 1. nell' evaporazione il sale più grave de' vapori rimane nel mare. 2. le piccole perdite, che se ne fanno, son rimpiazzate dalle acque, che, dopo esser passate per le miniere di sale, vanno a scaricarsi nel mare.

124. La dolcificazione dell' acqua del mare è stata tentata

in vari tempi, ed in vari modi. Di questa operazione interessante, e necessaria nelle lunghe navigazioni si son occupate le più illustri nazioni.

125. Per dolcificar l' acqua del mare, si è tentata la *filtrazione*, ma inutilmente. La filtrazione purga l' acqua dalle sole materie grossolane. I sali, che si sciolgono nell' acqua fino a ridursi agli elementi, la rendono più attiva, e capace di penetrar quelle sostanze, che prima di sciogliervisi il sale non penetrava. Vallisnier fece de' globi di creta vuoti al di dentro, e, avendoli immersi nell' acqua marina, trovò l' acqua col sale cristallizzato nell' interne pareti.

126. La distillazione è riuscita più propria a dolcificar l' acqua marina. Ella però in diversi tempi si è eseguita in diverso modo, e talora si è fatto uso della creta, talora delle ossa calcinate. L' acqua marina distillata così è riuscita disgustosa specialmente per l' odore. Ma perchè ricorrere a questi mezzi L' acqua piovana è dolce, ed è distallata per la sola azione del sole. Si è conosciuta una tal verità, e si è fatta distillar l' acqua del mare colla sola azione del fuoco. Purchè si usa l' attenzione di non rendere troppo violenta l' azione del fuoco, di refrigerare di tanto in tanto con acqua fresca le caldaie, e i tubi, che fanno le veci di storte, e di non tirare avanti la distillazione; quando dell' acqua ne sono già svaporati due terzi, l' acqua distillata è dolce, e perfetta. Queste cautele debbono usarsi, acciocchè la violenza del calorico non trasporti con i vapori anche i sali, e qualche cosa della materia de' vasi, in cui l' acqua si fa distillare. *Memoria di M. Poissonier, e 'l viaggio del cap. Phipps verso il polo boreale.*

127. Si è sempre detto, che l' acqua marina contiene, $\frac{1}{32}$ del suo peso di sale. Se n' è fatta l' analisi negli ultimi tempi con tutto rigore. Bergman ha trovato nell' acqua presa all' altezza delle Canarie 3, 21, Murray nell' acqua del golfo di Letih 2, 48, Bouillon-Lagrange nell' acqua dell' oceano presso la Francia 2, 51 di sale.

128. Quindi si rileva, che la salsedine dell' acqua marina è varia pe' vari luoghi. Generalmente parlando può dirsi contener più sale l' acqua, che più svapora. Il sale più grave de' vapori non si solleva, e perciò sono più salse l' acque marine di està, che d' inverno, ne' climi caldi, che ne' freddi.

129. Si è detto lungo tempo, che le acque marine fossero più salate nelle profondità del mare, che, sulla superficie. Liwing ha decisa la questione. Egli ha analizzata l' acqua presa alla profondità di 1250 metri, e sulla superficie del mare, e

l' ha trovata salsa egualmente. Essendo il sale più grave tende al fondo, ma le acque sulla superficie sono più svaporate.

130. L' acqua del mare agitata, o percossa, all' oscuro manifesta scintille, e Pfast facendo passare una corrente elettrica per un tubo pieno di acqua marina, vide in essa gran numero di punti brillanti in moto continuo per qualche tempo. Questo fenomeno dee attribuirsi a materie fosforiche solite a ritrovarsi nelle acque marine. Oltre che tra gli animali marini non mancano alcune specie di *molluschi* detti *nereidi*, e qualche specie di *medusa*.

CAP. XI.

Flusso, e riflusso del mare

131. Le acque del mare nello spazio di 24 ore due volte s' innalzano in un dato luogo, e due volte si abbassano.

132. L' innalzamento, e l' abbassamento delle acque marine, si dice *marea*, o *flusso*, e *riflusso*.

133. Il flusso, e riflusso del mare, conosciuto sin da' tempi più rimoti, è stato variamente spiegato da' Fisici. Chi l' ha attribuito allo scarico de' fiumi nel mare, chi a voragini immense, che sonò nel fondo del mare istesso. Galileo *Dial.* 4 *Sistemi del mondo*, pretende spiegare il flusso, e riflusso pel movimento della terra intorno all' asse da occidente in oriente. Kirchker, e Dechales lo ripetono dalla fermentazione delle particelle saline sulfuree, e nitrose delle acque marine. Fournier *Hydrog.* c. 9. fu presso a poco del parere istesso. Plinio il vecchio fu il primo ad attribuirlo all' attrazione del sole, e della luna. Keplero sostenne l' opinione di Plinio, Newton la corroborò in maniera, che dopo gl' illustri travagli di Hally, Bernoulli, Eulero, d' Alembert etc., sembra non essere più un opinione, ma un fatto.

134. Per indagar la causa del flusso, e riflusso del mare, uopo è notar le circostanze, che l' accompagnano.

135. Ecco le circostanze più rimerchevoli. Le maree 1. ritardono ogni giorno in un dato luogo per 48, 46" 2. ritornano all' istessa ora a capo di ogni mese, 3. son più alte nelle *sigizie*, che nelle *quadrature*. 4. son più alte nella luna *perigea*, che nell' *apogea* 5. son più alte nel *perielio*, che nell' *afelio*. Da un gran numero di osservazioni fatte a Brest risulta, che le maree della luna apogea ascendono a' piedi 10, e quella della perigea a piedi 16.

136. Quindi la luna influisce a produrre il flusso, e riflus-

so del mare. La luna 1. ritarda ogni giorno a montar sul meridiano per 48', 46", 2. ogni mese è nella medesima situazione in rapporto alla terra, 3. è più vicina alla terra nel perigeo, che nell'apogeo.

137. Quindi il sole influisce a produrre il flusso, e riflusso del mare. 1. nelle sigizie l'azione del sole cospira con quella della luna. 2. nelle quadrature l'azione del sole è opposta ad angolo retto a quella della luna. 3. la terra è più vicina al sole nel perielio, che nell'afelio.

138. Ma quale de' due astri più influisce? Il sole vi dovrebbe influir più per l'enorme massa. Ma, perchè le azioni del sole, e della luna sono nella ragione inversa de' quadrati delle distanze, e la luna è distante dalla terra 60. semidiametri terrestri, il sole leghe 34357480, l'influenza della luna è maggiore di quella del sole. Secondo le più recenti osservazioni del Sig. de la Lande l'influenza del sole è a quella della luna = 1 : 2. ⅓.

139. Ecco quel, che si oppone contro l'opinione, che ripete il flusso, e riflusso del mare dall'influenza della luna, e del sole. 1. Le maree non corrispondono esattamente al cammino della luna, e del sole, ma ritardano per qualche tempo. 2. Se dall'influenza del sole, e della luna dipendessero le maree, come questi astri non escono fuori de' tropici, i mari fuori de' tropici non dovrebbero avere flusso, e riflusso. 3. le acque dei mari s' innalzano talora assai più di quel, che porta l'azione del sole, e della luna. *Ma.*

140. 1.° Le maree non ubbidiscono esattamente al cammino della luna, e del sole per l'inerzia, ed attrazione delle acque, e per le isole, gli scogli, e le sponde, in cui si vanno a rompere. Infatti ne'mari più liberi il ritardo delle maree è minore, che ne' mari imbarazzati, ed è minore secondo, che i mari son meno distanti dalla zona torrida. Risulta da costanti osservazioni, che il ritardo delle maree è di ore 2 ¼ nell'isola di S. Elena posta nel mezzo dell'Oceano Atlantico, di ore 2 ½ al Capo di Buonasperanza, ch'è fuori della zona torrida. Il ritardo stesso, ch'è di ore 3. nelle coste della Guascogna, va crescendo mano mano nella Manica, o Canal d'Inghilterra sino ad essere di ore 6. a S. Malò, di 7 a Banaville, di 9 all'Havre di Grace, di 10 ½ a Dieppe, di 11 a Bologna di Piccardia, e di 12 a Dunkerque.

141. 2.° I mari, che sono fuori de'tropici, debbono aver le maree, si perchè le loro acque comunicano con quelle, che sono ne' tropici, e perciò hanno il flusso, e riflusso per consenso, si perchè l'azione della luna, e del sole sopra di esse, se

non è diretta, è obliqua. I mari tra' tropici hanno il flusso, e riflusso più alto degli altri, perchè 1. l' azione del sole, e della luna su di essi è diretta 2. il moto delle acque per la rotazione della terra da Occidente in Oriente si rende più veemente sotto l' Equatore, dove il globo, essendo più elevato, descrive un cerchio più ampio, ed una zona più agitata. Quindi il mare minaccioso tenta di rompere tutti gli argini, che la terra gli oppone, e par, che disegni da se stesso la linea equinoziale.

142. 3.° Ad accrescer l'altezza delle maree concorrono la pressione delle nubi, gli sviluppi elettrici, i venti, e le direzioni delle sponde. Quando le correnti rotte nelle sponde si vanno ad affrontare, s' inalzano assai più, specialmente se venti impetuosi n' accrescono la forza. I canali, e gli stretti son quasi sempre pericolosi per questa ragione. Il canale d' Islanda offre frequenti naufragi per l' incontro delle maree del Nord, e del Sud. Il canale d'Inghilterra è pericoloso per le maree dell'Oceano Germanico, e della Norvegia, che incontrano lo stretto di Calais, e si affrontano colle maree dell' Oceano Atlantico. L'Olanda suol esser soggetta a luttuose catastrofi per le straordinarie maree. Sono memorabili quelle del 1575, del 1682, del 1717, del 1741; ma fu sorprendente oltre modo quella del 1568. Furono allora ricoperte alcune isole della Zelanda, fu sommersa buona parte della costa di Olanda, fu allegata quasi tutta la Frisia, essendosi ingoiati 72. villaggi colla morte di 2000. persone (1).

CAP. XII.

Origine de' fonti, e de' fiumi

143. Le acque de' fonti, che per lo più nascono nelle falde de' monti, pe' torrenti, e pe' ruscelli raccolte in fiumi vanno a scaricarsi nel mare.

144. Per ispiegare l' origine de' fonti, e de' fiumi si contano presso Perrault sino a 22. ipotesi, che tutte possono ridursi a due. Alcuni ripetono i fonti dalle acque piovane, e dalle nevi sciolte: altri ripetono i fonti dalle acque del mare. Pluche, e Mariotte si sono studiati a provar con calcoli, che le acque piovane sono sufficienti ad alimentar tutt' i fonti, e tut-

(1) Il G. Altix dal moto di rotazione della terra intorno al proprio asse, e dalla risultante delle rotazioni di tutt' i gas, che si alzano dall' emisfero superiore della terra, ripete i fenomeni del flusso, e riflusso del mare. *Teoria dell' universo cap. x. 151, e segg.*

l' i fiumi : Plozio anche con calcoli si è ingegnato a dimostrare l' insussistenza del parere di Mariotte.

145. Chi ripete le acque de' fonti immediatamente dal mare, pensa che l' acqua marina 1. per meati sotterranei s' insinua nella terra, e, filtrandosi, si dolcifica 2. elevandosi a poco a poco sino a' monti, scaturisce ne' fonti.

146. Questa opinione è mal fondata, perchè 1. è contraria all' esperienza : se le acque si veggono talora pe' meati sotterranei, da' monti scendono verso il mare, non già dal mare si elevano sino a' monti. 2 è contraria al movimento de' fluidi, essi naturalmente scendono ne' loro movimenti, e non salgono, 3. suppone, che le acque marine possano dolcificarsi per la filtrazione, ciocch' è impossibile (125). Del resto ; che ne se farebbe del sale, se le acque se ne spogliassero ? Le acque, che sopraggiungono, se ne caricherebbero, e giungerebbero a' fonti più salate.

147. I Cartesiani son di parere, che 1. le acque possano salir sino a' monti, perchè pe' meati sotterranei, come per tubi capillari, ascendono oltre al proprio livello 2. sotto le falde de' monti vi sono delle profonde vasche, le quali sono come tanti lambicchi, in cui le acque del mare per l' azione del calore centrale della terra son distillate, ed inatzate sin ai fonti.

148. Ma 1. i tubi capillari fanno ascedere i liquori a poche linee, non già a miglia, 2. anche ammesse le vasche sotto le falde de' monti, e 'l calore centrale, cose gratuitamente asserite, le acque o dovrebbero salir calde ne' fonti, o, raffreddandosi, ne precipiterebbero giù i vapori di bel nuovo. Che se ne farebbe poi di quel sale, che nelle vasche sotterranee le acque marine andrebbero continuamente a deporre ?

149. Dunque l' origine de' fonti. e de' fiumi, dee ripetersi dalle piogge, e dalle nevi disciolte. 1. Nelle siccità si disseccano i fonti, e mancano i fiumi, che ne' tempi piovosi scorrono tumidi, ed orgogliosi. 2. i fiumi, che traggon origine da' luoghi abbondanti di neve, gonfiano nella primavera, e nell' està, quando le nevi si sciolgono.

150. Si è opposto contro di questa opinione, che 1. si veggono fonti sulle cime de' monti, ne' quali non si è potuta raccogliere per le nevi, e per le piogge, l' acqua necessaria a mantenerli. 2. si trovano fonti nelle isole di poca estensione, nella superficie delle quali non cade tanta neve, e tanta pioggia, quanta può somministar le acque necessarie. 3. le acque piovane non son sufficienti ad alimentar tanti fiumi, quanti ne sono sulla superficie della terra. *Ma*

151. 1.° Se vi son monti, che hannofonti sulle cime, essi sono

circondati da' monti più alti, le cui falde sono a livello con le loro cime. In essi le acque montano all' altezza delle cime, come montano ne' tubi comunicanti i liquori omogenei.

2.° Le isole, che contengono fonti, donde scaturiscono più acque, che possono raccogliersi per le piogge, e per le nevi, traggono le acque dolci dalle terre vicine. Le acque possono comunicare per gli scogli nel mare, come comunicano pe' monti nella terra. Nel mare si hanno talora vene di acqua dolce. Questi son fonti, che scaturiscono in mezzo al mare. Non possono egualmente scaturir nelle isole?

3° Tutt' i gran fiumi traggono l' origine da luoghi, che abbondano di piogge, o di nevi, come si osserva nel Nilo; nel Gange, nel Nero, nell' Orenocco, nel fiume delle Amazzoni, in quel della Plata ec. I fiumi sotto la zona torrida si rendono più orgogliosi, da che la caduta delle piogge è più frequente, e più abbondante.

4.° Le sole acque piovane superano di gran lunga quella, che scaturisce ne' fonti, e scorre pe' fiumi. Ciò è stato dimostrato evidentemente da' Signori Perrault, Mariotte, Sedilò, de la Hire, Vallisnier ec. Risulta dalle osservazioni pluviometriche, che la pioggia, che cade ogni anno sul suolo Francese, se non fosse assorbita, si eleverebbe sulla terra all' altezza di 20. pollici. La Senna, che traversa Parigi, in se riceve le acque di una superficie di 3000. leghe quadrate, e l' acqua, che se ne raccoglie, supera per più di sei volte quella, che annualmente trasporta la Senna per le osservazioni di Mariotte. Se un simile calcolo s' istruisce su tutti gli altri fiumi, resta evidentemente provato col fatto, che l' acqua, che cade per le piogge, supera di gran lunga quella, che si trasporta pe' fiumi. Che si dirà, se si considera, che le acque piovane nel suolo Germanico, ed Italiano ascenderebbero all' altezza di 40. pollici, e quella della zona torrida di pollici 60? Questi luoghi hanno fiumi o più abbondanti, o più vasti.

152. *Singolari fenomeni de' fonti*, 1. Vi son fonti *intermittenti*, come è il *Pliniano* presso il lago di Como, e l' intermittenza è di minuti, di ore, di giorni, di mesi ec. Se il recipiente, donde trae origine il fonte ha due tubi, o sifoni, e l' *effluente* vuota più presto, che l' *affluente* lo rifonde, si ha l' intermittenza, e questa più, o meno lunga secondo che il tubo affluente più, o meno presto riempie il recipiente, 2. vi son fonti *periodici* senza intermittenza, e fonti periodici con intermittenza: ne' primi le acque s' inalzano, e si abbassano alternativamente, ne' secondi mancano qualche tempo, e poi s' innalzano, ed abbassano a periodi. In Sabina si vede un fonte, che dopo essere stato asciutto

per lungo tempo, innalza, ed abbassa l'acqua periodicamente due volte al giorno. Dutrochet, parlando di un fonte periodico del Giura, trova la ragion del periodo in una esalazione intermittente di gas acido carbonico, che aumenta, mentre esala la copia delle acque. Sembra, che questi fenomeni attendono spiegazioni più soddisfacenti. Può dirsi però, che, essendo terre spognose nelle vicinanze di fiumi, e di mari possono spiegarsi per le infiltrazioni delle acque fluviali, o marine, 3. vi son fonti, che zampillano spontaneamente dal suolo, e formano getti assai alti. Questi, traendo l'acqua da luoghi molto elevati, debbono per le leggi idrostatiche elevare i getti presso a poco all'altezza medesima, 4. vi son fonti zampillanti artefatti, e nascenti da un foro fatto nel suolo. In Bologna specialmente scavandosi il terreno sino a piedi 63, si trova uno strato duro argilloso, che trapanato dà sbocco ad un fonte perenne, che eleva oltre l'altezza del suolo. Cassini nel Forte Urbano fece sboccare un fonte, che si elevava sino a cinque piedi sul livello del suolo, e ripetè assai giudiziosamente il fenomeno da che le acque scese dall'Appennino tendono a montare all'istessa altezza. La pratica di simili fonti è comune in più luoghi, ed è antica nell'Artois di Francia, e perciò tali fonti son detti *Artesiani*. I moderni nel formarli hanno perfezionato la pratica del livellare, 5. si son veduti, e si veggono tuttora fonti, che gettano fiamme, come la *fontana ardente* del Delfinato, che al presente butta gas idrogeno, quella della penisola di Abscheron presso il mar Caspio, e i così detti *volcani idropirici* d'Inghilterra. Queste ordinariamente sono correnti di varie specie di gas idrogeno, che per l'intervento o di scintille elettriche, o di fulmini, o di materie ardenti si accendono. Spallazzani in un luogo de' confini del Modanese, e del Bolognese vide copiose esalazioni di gas accompagnate da frequenti, e sottili fischi, vi buttò sopra paglia accesa, e suscitò vasta fiamma del giro di 19. piedi.

DISSERTAZIONE XIII.

OTTICA , DIOTTRICA , CATTOTTRICA.

153. La luce è la sostanza , che desta la sensazione della chiarezza , per la quale si discernono degli oggetti esterni la grandezza , la distanza , la figura , il colore ec.

154. I corpi per la luce son *luminosi*, se la tramandano , come il sole : *diafani* , se la rifrangono , come il vetro : *opachi* , se la riflettono , come il ferro , l'argento ec.

155. La scienza della luce si dice Ottica , Diottrica , Catottrica , secondo che considera la luce ne' corpi luminosi , ne' diafani , e negli opachi.

CAP.I.

Ottica

156. L' *Ottica* è la scienza , che considera la luce ne' corpi luminosi , o sia la scienza , che tratta della luce diretta.

ART.

Propagazione della luce.

757. Sulla *propagazione della luce* si chiede 1. è istantanea , o successiva ? 2. si fa per *pressione* , o per *emissione* ?

158. La propagazione della luce è successiva. L'emersione dell' intimo satellite di Giove , quando la terra è in *congiunzione* si osserva 16, e 15" più presto , che nell'*opposizione*. Quando la terra è in opposizione, è più distante da Giove pel diametro dell' orbita terrestre. Dunque la luce , per descrivere il diametro dell' orbita terrestre, impiega 16 , e 15" , e perciò , per descrivere il semidiametro , che forma la distanza dal sole a noi , impiega di tempo 8' , e 7 ½". Quindi è chiaro , che la propagazione della luce è successiva. Questa verità la dobbiamo al sig. Romer Astronomo Danese fin dal 1675.

159. Cassini , dopo essere stato del parere di Romer, sostenne , che l'emersione degli altri satelliti di Giove non offrivano le stesse differenze di tempo , e quindi prese occasione di negare la successiva propagazione della luce.

160. Hallejo, e Pound corressero le tavole di Cassini sul movimento del primo satellite di Giove, ed osservarono, che l'emersione degli altri satelliti offrivano le stesse differenze di tempo. Quindi la difficoltà di Cassini fu tolta.

161. Maraldo nel 1707 pretese, che la differenza di tempo nell'emersioni de' satelliti di Giove si dovesse alla diversa distanza di Giove dal sole per l'orbita ellittica, che descrive. Pound nelle sue osservazioni di più anni tenne conto delle diverse distanze di Giove dal sole nel calcolare l'emersione de' satelliti, e fece svanire la difficoltà di Maraldo. L'istesso fece il Sig. Granjean. *Comment. Paris.* 1732.

162. La propagazione della luce si vuol fatta da Cartesio per *pressione*, da Newton per *emissione*. Ecco un mistero della natura.

163. Secondo Cartesio la luce è un fluido disperso da per ogni dove nella sfera mondana: i corpi luminosi, premendolo, gl' imprimono un moto di vibrazione, per quale si ha la chiarezza, come pel moto di vibrazione dell'aria si ha il suono (1).

164. Secondo Newton la luce è un' essenziale emanazione de' corpi luminosi, che lanciano continuamente intorno raggi di lor sostanza.

165. L'opinione di Cartesio è stata rigettata da molti, perchè per essa 1. la propagazione della luce dovrebb' essere istantanea, ciocch' è falso (158) 2. non vi dovrebbero esser mai tenebre. Quando il sole è sotto l'orizzonte, la luce avrebbe la pressione per consenso, giacchè ogni fluido si muove tutto, se l'equilibrio si disturba in una parte.

166. Si risponde, che 1. le particelle di luce non sono perfettamente dure, ma elastiche, e non contigue, da che la luce è un fluido: quindi nasce la propagazione successiva. 2. l'azione del sole sulla luce del nostro emisfero è obliqua, quando il sole è sotto l'orizzonte: quindi nascono le tenebre.

167. Il sentimento di Newton ha i suoi contradittori, perchè 1. non può concepirsi come la luce, lanciandosi dal sole, potrebbe aver tanta rapidità, da percorrere in un 1" leghe 72400. 2. il sole dovrebbe far perdita continua di sua sostanza, e perciò dovrebbe alterarsi il sistema mondano, giacchè le

(1) Il sentimento di Cartesio sulla luce, benchè dato come suo, era stato già di Aristotele, come può vedersi nel *lib.* 2. *de anima* c. 3. e 7. Quindi Cartesio altro non fece, che interpretare Aristotele.

forze centrali son proporzionali alla masse (1. 243), 3. I moderni Fisici pretendono, che molti fenomeni di luce, specialmente quelli della diffrazione, della interferenza etc. non possono spiegarsi per la emissione Newtonia, e restano sufficientemente spiegati per le ondulazioni Cartesiane. Luce unita a luce dee dare intensità di luce maggiore, e quindi maggior chiarezza, e non oscurità.

168. Ma 1. da che non può concepirsi la rapidità somma della luce, non siegue, ch' è impossibile. Le idee di rapidità, e di lentezza son sempre relative, e perciò niente si dà, che in se stesso è rapido, o lento. La rapidità di una palla di cannone sembra grande in se stessa, perchè non può raggiungersi coll' occhio, eppure è piccola a fronte della rapidità del moto giornaliero della terra intorno al proprio asse, e la rapidità di questo moto è piccola a fronte di quella dell' annuo moto della terra intorno al sole. Chi vieta, che la luce abbia una rapidità maggiore? La limitazione delle nostre facoltà rende ardua l' intelligenza di alcuni fenomeni, perchè non valutiamo l'estensione, e le specie di forze, che agiscono in natura. Quante cose si danno, senza concepirsi perfettamente? Sarebbe un' assurdità il dire: *Io non concepisco come la calamita attragga: dunque non ha la forza di attrarre.* L' argomento è negativo, e non prova, che l'ignoranza. 2. i corpi luminosi potrebbero rimpiazzar la perdita, che fanno, per la luce, che si scagliano gli uni sugli altri, o potrebbe la luce ritornar ne' corpi luminosi, dond' è partita. Una pietra proiettata, per la gravità ritorna sulla superficie della terra, quando cessa di operar la forza di proiezione. Non potrebbe anche la luce ritornar ne'corpi luminosi subito, che la proiezione si estingue? 3. L' incontro di raggi unisce luce a luce, quando la direzione è cospirante, non quando è opposta. Nello scontro di raggi per direzioni opposte secondo la diversa opposizione può aversi perdita, o distruzione di luce. Quindi i fenomeni delle diffrazione, e dell' interferenza possono spiegarsi per la opposizione, o collisione di raggi scagliati per diverse direzioni.

169. Quindi le opinioni di Cartesio, e di Newton sulla propagazione della luce sembrano nè dimostrate, nè confutate sufficientemente. Dunque il Fisico dee sospenderne il giudizio.

170. Sembra però, che 1. i fenomeni della propagazione della luce sono gli stessi o per la pressione, o per l' emissione. Quindi è indifferente per quest' oggetto appigliarsi al sentimento di Cartesio, o di Newton. 2. la propagazione della luce si fa con rapidità massima. Dunque la luce è scagliata da una forza ben grande. 3. la luce dev' essere di una massa pic-

ciolissima : ella con una rapidità massima produce un effetto finito sull' occhio degli animali, e sulle piante. Se avesse una massa sensibile, con tanta rapidità dovrebbe schiacciar animali, e piante, giacchè la quantità di moto è il prodotto della massa per la velocità (1. 161). Quindi essendo $f = mv$, se v è quasi infinita, m dev' essere quasi infinitesima.

171. Lungo tempo si è considerata la luce propagata per emissione, perchè si è creduto, che così forse riusciva più comodo svilupparne i fenomeni. Del resto da che i vortici di Cartesio hanno avuto un appoggio sulle correnti gassose, elettriche, magnetiche, e telluriche, e i fenomeni dell'interferenza, della diffrazione etc. si son creduti meglio spiegati per le vibrazioni da Fresnel, il sistema delle ondulazioni Cartesiane è divenuto sistema di moda.

Art. 2.

Osservazione sulla luce diretta

172. La luce si muove per linea retta ne' *mezzi omogenei* 1. N'è una pruova l'ombra, che buttano i corpi opachi dalla parte opposta alla luce. 2. è questa una conseguenza della forza enorme, con cui è spinta (170), e della massa picciola, che ha. La luce, per non tracciare una retta, dovrebbe spingersi da due forze nel tempo stesso, cioè dalla proiezione, e dalla gravità, o attrazione. Ma la gravità, o attrazione è proporzionale alla massa, e perciò può considerarsi come nulla, perchè la massa della luce è infinitamente piccola (170) 3. è provato col fatto. Si guardi la fiamma di una candela attraverso di tre piccioli fori fatti in tre dischi: si vedrà, o cesserà di vedersi, secondochè i tre fori sono, o no, in linea retta.

173. Ogni *punto* raggiante è come il centro di una sfera, da cui se ne spingono i raggi sulla superficie. Ogni punto raggiante è visibile intorno intorno sotto, sopra, e lateralmente.

174. Quindi la luce da ogni punto raggiante 1. si disperge per linee divergenti, 2. in diverse distanze è nella ragione inversa de' quadrati delle distanze. Le superficie delle sfere sono come i quadrati de' raggi, e la luce nelle maggiori distanze è meno densa.

175. Se si mette una candela su di un tavolino, e, chi legge, se ne scosta tanto, che giunge appena a poter leggere un libro, volendo leggerlo ad una distanza doppia, tripla, o quadrupla, dee mettere sul tavolino candele 4, 9, 16, che sono i quadrati di 2. di 3. di 4.

176. Tutt' i raggi, che partono da un punto raggiante, non possono cader nell' occhio di chi lo guarda. Quelli, che si lanciano sotto, sopra, e dalle parte opposta, sfuggono la vista, ed entrano nell' occhio que' soli, che gli son rivolti, e non divergono tanto, da cader sulla cornea, o fuori. Quindi, essendo la pupilla circolare, i raggi, che da un dato punto vi cadono, formano un cono, di cui la base è sulla pupilla, il vertice nel punto raggiante.

177. Dunque la divergenza de' raggi lanciati da un punto raggiante 1. vien espressa per l' angolo del triangolo per l'asse del cono di luce, che cade sulla pupilla 2. è nella ragione inversa della distanza della pupilla. L' angolo al centro è doppio di quello alla circonferenza, se appoggiano sull' arco istesso.

178. Si spingono nell' occhio di un oggetto visibile tanti coni luminosi, quanti ne sono i punti raggianti. Dai punti *A*, *B* dell' oggetto visibile (fig. 113.) *AB* cadono nell' occhio C. i coni di luce AC BC. L' istesso dee intendersi de' punti intermedi tra B, ed A. Questi coni di luce si dicono *pennelli ottici*, e gli assi de' coni *assi de' pennelli ottici*.

179. Tutt' i pennelli ottici, che partono da' punti raggianti di un oggetto visibile, andandosi ad unir nell' occhio, partono divergenti dall' oggetto, e vanno convergenti nell' occhio, formando una specie di piramide, il vertice della quale è nell'occhio, la base nella superficie dell'oggetto visibile. I pennelli ottici (fig. 113.) AC, BC. andandosi ad unir nell'occhio C, formano la piramide ABC. La sezione per l' asse della piramide ACB. dà l' angolo *ottico* ABC, che ha il vertice nell' occhio, la base nel diametro dell' oggetto.

180. La divergenza degli assi de' pennelli ottici *AC*, *BC*. lanciati dagli estremi del diametro *AB* dell' oggetto visibile forma la divergenza dell' angolo ottico *ACB*. Quindi l' angolo ottico è nella ragione inversa della distanza dell' oggetto visibile. Se dagli estremi della base di un triangolo si tirano due rette, che vanno ad unirsi nel triangolo, formano un angolo maggiore di quello del triangolo, benchè i lati ne sieno minori.

181. Dunque si vede 1. ogni punto di un oggetto visibile per un pennello ottico, che tramanda i raggi divergenti nell' occhio, 2. l' oggetto intiero per tanti pennelli ottici, che battono nell' occhio convergenti, e formano l' angolo ottico.

182. Dunque ogni oggetto visibile si vede sotto la grandezza dell' angolo ottico, e perciò 1. l' oggetto medesimo è veduto più grande in vicinanza, 2. un oggetto di maggior estensione è veduto più grande di un altro, che n' ha minore.

183. Quindi s' intende, perchè perdiamo di vista gli ogget-

ti sì troppo distanti, che troppo vicini. Degli uni l' angolo ottico svanisce, perchè i lati, che lo formano, presso che coincidono; degli altri l' angolo ottico, avendo i lati troppo divergenti, spinge i raggi o sulla cornea, o nella pupilla con tal divergenza, che non possono unirsi nella retina.

184. Dunque la natura ha posti certi limiti alla vista sì nella vicinanza, che nella distanza. Infatti 1. un oggetto vicino non è visibile distintamente, s' è più vicino di 6 in 8 pollici, 2. l' oggetto distante comincia a vedersi confusamente, quando l' angolo ottico è di 34", e si perde di vista, quando è di un 1". 3. l' oggetto comincia a comparir confuso, quando la sua distanza dall' occhio ne supera il diametro 6000. volte, secondo gli esperimenti di Mayer.

185. Quindi debbono perdersi di vista gli oggetti piccoli più presto, che i grandi, e perciò l' oggetto medesimo non si vede nè della stessa maniera, nè della stessa figura vicino, e lontano. Un oggetto, in cui vi son degli angoli, o de' piccioli rilievi, in lontananza è veduto senza gli angoli, e spianato. Ecco perchè il sole, la luna etc. benchè corpi sferici, si veggono circolari, e una torre quadrata, o piramidale, si vede cilindrica, o conica.

186. Se varia o l' occhio, o l' oggetto 1. l' oggetto istesso più presto s' involа alla vista di un occhio più debole; 2. l' oggetto veduto sotto un afflusso di luce più viva, più difficilmente si sperde.

187. Quindi l' oggetto, che si vede per luce propria, si perde di vista più difficilmente, che 'l veduto a luce imprestata, e perciò più languida. Ecco perchè le stelle fisse, benchè distantissime, si veggono dalla terra, mentre i pianeti più vicini scappano dalla vista.

188. Sotto l' angolo ottico si vede un' estensione, uno spazio, una distanza etc. Quind' in lontananza minorano, si veggono confusamente, e si sperdono le distanze de' corpi. Ecco perchè 1. i pianeti, il sole, le stelle fisse etc. sembrano essere nel medesimo piano, benchè sieno in diverse distanze della terra. Le distanze rispettive per la lontananza si disperdono più facilmente, da che la luce tramandata dagli astri è più viva di quella, che vien dagli spazi interposti tra' medesimi, 2. chi entra in un viale di alberi di eguale grandezza, e disposti in linee parallele, vede gli alberi, che sono nell' estremo opposto più piccioli, più vicini gli uni agli altri, ed in linee convergenti. La lontananza fa minorar la grandezza lineare sì degli oggetti, che delle distanze rispettive.

189. Si apprende il movimento di un corpo per lo spa-

zio, che percorre, e dallo spazio percorso in un dato tempo sa ne valuta la velocità. Dunque, come gli spazî lontani o minorano, o si sperdono, il moto di un corpo lontano sembra più lento, o nullo. Ecco perchè da un momento all' altro non apprendiamo il movimento della sfera di un orologio; degli astri etc.: la sfera dell' orologio descrive ne' varî momenti piccioli spazî, che sono evanascenti: degli astri, che camminano rapidamente, per l' enorme distanza, non si apprendono gli spazî descritti ne' diversi momenti, e sembrano immobili. Il moto di un corpo diviene insensibile, quando in un 1" di tempo non eccede 20" di grado.

CAP. II.

Diottrica.

190. La *Diottrica* è la scienza, che considera la luce ne' corpi diafani, o sia la scienza, che tratta della luce rifratta. È così detta da *dia* (per, attraverso), e *optamai* (vedere), cioè vedere attraverso.

Art. I.

Nozioni generali sulla rifrazione della luce.

191. Si dice *rifrazione della luce* il cangiamento di sentiere ne' mezzi diversi.

192. Si dice *mezzo* tutto ciò, che dà il passaggio alla luce, ed è l' *istesso*, o *diverso*, s' è del medesimo, o diverso potere rifrattivo.

193. Si dice la superficie di un mezzo diverso, *superficie refringente*: il raggio, che vi cade, *raggio d' incidenza*, o *linea d' incidenza*: il punto, in cui cade, *punto d' incidenza*: la perpendicolare alla superficie refringente innalzata dal punto d' incidenza *asse d' incidenza*. *AB* (fig. 114.) è la superficie refringente, *ED* il raggio d' incidenza, *D*. il punto d' incidenza, *CD* l' asse d' incidenza.

194. Si chiama l' angolo minimo formato dal raggio incidente colla superficie refringente *angolo d' incidenza*, e l' angolo formato dal raggio incidente coll' asse d' incidenza *angolo incidente*. *EDA* (fig. 114.) è l'angolo d' incidenza, ed *EDC* l' angolo incidente.

195. Si dice il punto, dove il raggio di luce comincia a rinfrangersi, *punto di rifrazione*: il sentiere del raggio dopo

la rifrazione, *raggio rifratto*, o *linea di rifrazione*; la perpendicolare tirata nel mezzo refringente dal punto di rifrazione, *asse di rifrazione*. D (fig. 114.) è il punto di rifrazione, DZ la linea di rifrazione, DY l'asse di rifrazione.

196. Si chiama l'angolo formato dal raggio rifratto coll'incidente prolungato *angolo di rifrazione*, e l'angolo del raggio rifratto coll'asse di rifrazione *angolo rifratto*. ZDX (fig. 114.) è l'angolo di rifrazione, ZDY l'angolo rifratto.

Art. 2.

Osservazioni sulla rifrazione della luce.

197. Molte sono le osservazioni sulla rifrazione della luce. Ecco le principali.

198. Un raggio di luce, che passa o pel mezzo stesso, o per mezzo dello stesso potere rifrattivo, non si rifrange.

199 Un raggio di luce, che cade perpendicolarmente su mezzi diversi, non si rifrange. Cadendo sopra un bastone posto sull'orlo di un vase, se ne vede l'ombra nel sito stesso, nel vase sì pieno, che vuoto.

200. Un raggio di luce, che cade obliquamente su mezzi diversi, si rifrange. Cadendo sopra un bastone sull'orlo di un vase vuoto, e pieno l'ombra cangia sito.

201. Un raggio di luce, che cade obliquamente in un mezzo di maggior potere rifrattivo, si accosta all'asse di rifrazione. Se (fig. 114.) un raggio di luce cade obliquamente dall'aria nell'acqua per la direzione ED, rifratto andrà per DZ più vicina a Dy, asse di rifrazione.

202. Un raggio di luce, che cade obliquamente in un mezzo di minor potere rifrattivo, si scosta dall'asse di rifrazione. Se si mette una moneta nel fondo di un vase, e poi lo spettatore si allontana, finchè più non la vede, tornerà a vederla in sito più elevato subito, che'l vase si riempie di acqua. Nel vase (fig. 115.) ABC sia una moneta in m, e l'occhio in O. Essendo il vase vuoto, la luce andrà per mBy, e per conseguenza, cadendo sopra l'occhio, la moneta non sarà veduta. Quando il vaso è ripieno di acqua, la moneta si vedrà in M, benchè l'occhio sia in P. Il raggio mC, rifrangendosi in C, invece di andar per Cy, andrà per CP. Dunque si scosta dall'asse di rifrazione ZC, formando con esso l'angolo ZCP.

203, Si avverta 1. che la luce nel mezzo di maggior potere rifrattivo si muove ancora più celeramente 2. tal verità fu conosciuta, e confessata da Cartesio stesso.

204. Un raggio di luce, che passa per mezzi diversi, cadendovi obbliquamente, si rifrange sempre in modo, che il seno dell' angolo incidente ha una costante ragione a quello dell' angolo rifratto. Il seno (fig. 114.) dell' angolo EDC, è al seno dell' angolo ZDY = 4 : 3, se la luce passa dall' aria nell' acqua, ed è = 3 : 2, se passa dall' aria nel vetro. Questa verità si pruova per esperienza sì ne' solidi, che ne' liquidi, e ne' fluidi aeriformi 1. Si riduce il solido diafano a prisma triangolare retto, e si misurano i seni formati dai raggi, che l'attraversano, sotto le varie incidenze 2. si mettono i liquidi in vasi prismatici di vetro piani di superficie esattamente parallele 3. si mettono i fluidi aeriformi in simili vasi, ne' quali si è fatto prima il vuoto.

205. Un raggio di luce, che si è rifratto, non cangia più sentiere, se il mezzo, in cui cade, è costantemente dell' istesso potere rifrattivo, e lo cangia, se 'l potere rifrattivo del mezzo si va alterando.

206. Gli oggetti veduti a luce rifratta compariscono sotto la direzione de' raggi rifratti. La moneta, che si vede nel fondo del vase (fig. 115.), quando è pieno di acqua, comparisce più sollevata in M.

207. Quando le molecole luminose attraversano corpi cristallizzati dotati di doppia rifrazione, manifestano intorno al centro di gravità movimenti, che dipendono dalla natura delle forze, che le particelle del cristallo esercitano sulle medesime.

208. L' effetto di tali forze 1. talvolta dispone tutte le molecole dello stesso raggio parallelamente le une alle altre in modo, che le loro facce omologhe son tutte rivolte verso la stessa parte dello spazio. In questa disposizione le molecole luminose non provano più movimento alcuno intorno al loro centro di gravità 2. talvolta fa, che le molecole, le quali attraversano il cristallo, non prendono una posizione costante. In questa disposizione le molecole luminose in tutto il loro tragitto oscillano intorno al loro centro di gravità con velocità, e periodi calcolabili. 3. talvolta obbliga le molecole luminose a rivolgersi intorno a se stesse con movimento di rotazione continuo.

209. Questa specie di fenomeno è stata contrasegnata col nome di *polarità fissa*, o *mobile*. Se ne dee la scoverta ai travagli di Malus. Il Sig. Biot con esperimenti diretti si è ingegnato a stabilire l' esistenza della polarità indicata, ed a farne conoscere le leggi principali, *Tratt. Elem. di Fis. Tom. V*.

210. Dall' esposte osservazioni si deducono più verità. Accenno le principali.

211. Per la rifrazione si chiede 1. la diversità de' mezzi 2.

l' obliquità d'incidenza. Non si rifrange la luce, se o cade perpendicolarmente, o non passa per mezzi diversi (198 segg.).

212. La rifrazione della luce si fa con leggi del tutto opposte a quelle degli altri corpi. Negli altri corpi la rifrazione si fa scostandosi dall' asse di rifrazione, quando il mezzo è più denso, ed accostandosi, quando il mezzo è meno denso (1. 501), e nella luce avviene l' opposto (201. 202).

213. Un raggio di luce rifratto va per una retta, se il mezzo è costantemente dell' istesso potere rifrattivo, per una curva, se il potere rifrattivo del mezzo si altera. Nel primo caso non cangia più direzione, e nel secondo la cangia (205).

214. La rifrazione della luce dee farsi, reciprocamente pe' medesimi raggi, se alterna i mezzi. Il raggio rifratto si accosta all' asse di rifrazione, quanto se ne scosta, o viceversa.

215. Nella rifrazione della luce gli angoli incidenti, e rifratti serbano una costante ragione. I loro seni la serbano (224).

216. Gli oggetti a luce rifratta non si veggono nel vero luogo. Si veggono sotto la direzione de' raggi rifratti (206).

Se si fa cadere sopra un prisma di vetro la luce, che rimbalza da un oggetto, che vi si vede attraverso, l' oggetto si vedrà più elevato, o più depresso, secondo che l' angolo refringente del prisma guarda sopra, o sotto. Quindi il sole, le stelle ec. non si veggono nel vero luogo: i raggi, che dagli astri provengono, si rifrangono nell' aria. Ecco perchè di mattino, e di sera si vede l' immagine del sole sopra dell' orizzonte, mentre il sole è sotto del medesimo.

Rappresenti (fig. 115.) T. la terra, MNO l' atmosfera, che la cinge, S il sole sotto dell' orizzonte. Il raggio SC, cadendo nell' atmosfera in C, è rifratto, e portato nell' occhio dello spettatore in R per CA. Quindi il sole comparirà in Q sopra dell' orizzonte.

217. Gli oggetti a luce rifratta non si veggono nella vera distanza. Non si veggono nel vero luogo (216).

218. Ecco perchè i fondi de' vasi ripieni di acqua, e le opposte superficie de' vetri, si veggono in maggior vicinanza di quella, in cui sono. Perchè la luce, che passa dall'aria nell' acqua, o dall' aria nel vetro forma il seno dell' angolo incidente a quello del rifratto $= 4 : 3$, o $= 3 : 2$, la distanza vera de' fondi de' vasi ripieni di acqua è all' apparente $= 4 : 3$, e la distanza vera della superficie opposte de' vetri è all' apparente $= 3 : 2$. (204)

219. Gli oggetti a luce rifratta si veggono di diversa superficie. I raggi, che da essi provengono, non cadono su i mezzi diversi coll' obliquità medesima, e quindi si rifrangono

diversamente. Or i varî punti degli oggetti si veggono sotto la direzione de' raggi rifratti (206 segg.), e perciò in luoghi, e distanze diverse. Dunque etc.

220. Ecco perchè i fondi de' vasi ripieni di acqua, benchè piàni, si veggono concavi. L' istesso avviene alle opposte superficie de' vetri.

221. Gli oggetti a luce rifratta si veggono di diversa grandezza. Si veggono in diversa distanza, e perciò sotto una ngolo ottico diverso, che n' indica la grandezza.

222. Ecco perchè gli oggetti posti nel fondo de' vasi ripieni di acqua si veggono più grandi di quel, che sono. Una mela posta nell' acqua comparisce più vicina e più grande.

Art. 3.

Causa della rifrazione della luce

223. Sempre si è cercata la causa della rifrazione della luce, ma non mai sono stati di accordo i fisici nel riconoscerla.

224. Un tempo si attribuì la rifrazione della luce alla resistenza de' mezzi, come quella degli altri corpi. Questa causa fu trovata insufficiente da che si conobbe, che la luce ne' mezzi più densi, e perciò più resistenti suole rifrangersi meno.

225. Newton si per questa ragione, che per essersi assicurato rifranger la luce più i combustibili, trovò la causa della rifrazione della luce nell' attrazione, che spiegàno per la medesima i mezzi, che ne sono attraversati. Questa causa si è trovata ancora poco soddisfacente, da che mezzi più densi, dovrebbero sempre rifrangere la luce più de' meno densi essendo sempre l' attrazione proporzionale alla massa nel mezzo stesso, e questo è falso. Lo spirito di vino, e l' olio meno densi dell' acqua rifrangono più la luce.

226. Da che le nuove teorie, e specialmente quella dell' interferenza, e delle correnti han cominciato a minare il sistema Newtoniano dell' *emissione*, e Fresnel si è studiato di richiamare dalle ombre il sistema Cartesiano della *pressione*, è divenuto legge di moda spiegare tutto ciò, che riguarda la luce, per la vibrazioni. Quindi si vuole, che i mezzi attraversati dalla luce ne rallentano il movimento ondolatorio, e nella loro superficie la scompongono in modo, che ogni punto della superficie rifrangente diviene centro di una particolare ondolazione. Di queste ondolazioni la maggior parte sarà dispersa, o distrutta dall' interferenza.

227. Finchè de' due sistemi Cartesiano, e Newtoniano non

è uno sufficientemente provato, o distrutto, sembra essere del Fisico prudente non azzardare un giudizio, e limitarsi solo a fare osservazioni sui fatti. Eccone un saggio.

228. *Fatti sulla rifrazione de' mezzi* 1°. Il potere rifrattivo de' combustibili, e non ossidati, è maggiore di quello degli incombustibili, ed ossidati. Il fosforo, e 'l solfo hanno maggior potere rifrattivo, specialmente quando non hanno ossigeno combinato. 2. fra i minerali il minimo potere rifrattivo è dello spato fluore. 3. fra i liquori il massimo potere rifrattivo è del solfuro di carbonio, e generalmente maggiore de' più diatermantici. 4. il potere rifrattivo dell' acqua è in ragione inversa della temperatura, quello del vino diretta. Arago è stato il primo ad avvertire, che l'acqua rifrange più abbassandosi sotto 4°. R ed Eulero avea già notato, che il vetro caldo rifrange più del freddo. 5. nelle combinazioni aeriformi binarie la forza refrigente non pareggia la somma degli elementi, come nell' aria atmosferica, ma è maggiore, se il composto è alcalino, o neutro, minore, se è acido *Dulong*. 6. la forza rifrangente de' vapori per lo più è minore di quella de' liquidi, donde derivano. *Arago, Petit, De la Rive*: 7. I chimici hanno veduto, che l' idrogeno, la cui gravità specifica è a quella dell' ossigeno $= 1 : 13$ in 14, ha il potere rifrattivo $= \frac{7}{4} : 1$. 8. nessun mezzo può dirsi esclusivamente diafano. Chi più, chi meno riflette sempre una porzione di luce. Ciò è ben dimostrato dalle lastre di vetro, che non lasciano mai di riflettere qualche immagine più, o meno debole.

229. Quindi sembra potersi conchiudere, che alla rifrazione della luce influiscono più cause, delle quali debbono tenersi presenti

230. 1.° *La natura chimica, e la densità de' mezzi*. Biot, ed Arago se ne son mostrati talmente convinti, che han pensato essere il potere rifrattivo de' corpi nella ragione composta di quelle de' loro componenti. Quindi si sono avvisati talora di rilevare il potere rifrattivo de' componenti dal conosciuto del composto. Despretz però ha fatto conoscere, che questa legge ha luogo solamente nell' aria.

231. 2.° *L'infiammabilità de' mezzi*. Newton n'era così persuaso, che quindi fu tratto a predire, che il diamante dovea essere combustibile, e l' acqua dovea contenere un principio infiammabile, Dulong poi ha fatto vedere, che il potere rifrattivo del diamante è 4, 949, quello dell' acqua di 0, 784.

Art. 4.

Lenti, e loro varie specie.

232. La rifrazione della luce si fa sempre colle leggi esposte (201 segg.); ma i risultati non son sempre gli stessi per le diverse superficie de' corpi, che la rinfrangono.

233. *Lente* si dice ogni vetro, ch'è segmento di una sfera, o di altro corpo solido.

234. La lente *è piano-piana*, *concavo-concava*, *convesso-convessa*, se ambe le superficie son piane, concave, o convesse.

235. La lente *è piano convessa*, se ha una superficie piana, l'altra convessa: *piano concava*, se ha una superficie piana, l'altra concava: *concavo-convessa*, *menisco*, *o lunola*, se ha una superficie concava, l'altra convessa.

236. In una lente si dice *asse* la retta, che passa per l'*asse* del solido, di cui la lente è segmento: *concorso*, *o foco reale*, il punto, dove si vanno ad unire i raggi dopo la rifrazione, se diventano convergenti: *disperso*, *o foco virtuale*, *ed immaginario*, il punto, dove si unirebbero i raggi, tornando indietro, se dopo la rifrazione diventano divergenti.

237. Più osservazioni sono a farsi sul cammino della luce per le lenti. Ecco le principali.

238. I raggi, che cadono paralleli sulle lenti piane, n'escono paralleli Subiscono due rifrazioni, passando dall'aria nella lente, e dalla lente nell'aria, e quindi la rifrazione è reciprocamente pe' medesimi raggi (214).

Sulla superficie piana (fig. 117.) MN cadono i raggi paralleli AB, CD. Gli angoli d'incidenza ABN, CDN per le parallele AB, CD saranno eguali, e perciò eguali ancora gl'incidenti ABL, CDP, eguali i rifratti LBO, FDQ loro verticali. Quindi, come compimenti di retti, saranno eguale gli angoli EBM, QDM, e perciò, per l'angolo esterno eguale all'interno opposto, BE, DF, saranno paralleli.

239. I raggi, che cadono paralleli all'asse sulle lenti *piano convesse.*, n'escono andando ad unirsi coll'asse. L'asse, perchè perpendicolare, n'esce irrifratto, e gli altri n'escono rifratti in modo da scostarsi dall'asse di rifrazione (201 segg.). Dunque, convergendo coll'asse della lente, vanno ad incontrarlo.

Cada sulla superficie piana della lente piano-convessa (fig. 118.) AONB il raggio MN parallelo all'asse della lente CDO. Perchè la superficie AB è piana, il raggio MN vi cadrà perpendicolarmente, e perciò non sarà rifratto sino ad N. Qui giunto dovrà dalla lente passar nell'aria, mezzo di minor potere ri-

frattivo, e perciò dovrà scostarsi dalla perpendicolare NP (202 segg.) Onde, andrà per NF, e perciò, essendo convergente all' asse prolungato del a lente COF, andrà ad incontrarlo nel punto F.

240. I raggi, che cadono paralleli all' asse sulle lenti di vetro piano-convesse, vanno ad incontrarlo in un punto distante dal vertice delle lenti pel diametro. Il punto d' incontro coll' asse dev' esser più, o meno distante dal vertice della lente, secondo la ragione dell' angolo rifratto all' incidente. Or questa ragione nel passaggio dal vetro nell' aria è = 3 : 2. (204) Dunque etc.

241. La distanza dell' incontro de' raggi dal vertice della lente dee seguir la ragione dell' angolo rifratto all' incidente, e perciò dev' essere come i loro seni (204). Quindi sarà (fig. 118.) CF : OF come il seno dell' angolo rifratto a quello dell' incidente. Ma passando la luce dal vetro nell' aria l' un seno è all' altro = 3: 2. (204). Dunque sarà DF : OF = 3 : 2, e perciò OF sarà = 2 CO. Ma CO è il raggio della convessità, Dunque OF sarà eguale al doppio raggio, o diametro.

242. Se la lente di vetro fosse piena di acqua, allora sarebbe CF : OF = 4 : 3, e perciò (fig. 118.) OF = 3CO, o sia al triplo raggio. Quindi si unirebbero coll' asse i raggi in distanza di un diametro, e mezzo.

243. I raggi, che cadono paralleli all' asse sulle lenti di vetro convesso-convesse, e di egual convessità, si vanno ad unir coll' asse in un punto distante dal vertice pel semidiametro. La lente convesso-convessa di egual convessità è da considerarsi come composta di due lenti piano-convesse di egual forza. Quindi, se per una i raggi si unirebbero coll' asse in distanza del diametro (242), per entrambe debbono unirsi in distanza del semidiametro.

244. I raggi, che cadono paralleli all' asse sulla lente piano-concava, n' escono divergenti in modo, che tirati indietro andrebbero ad unirsi coll' asse avanti la lente. Rifrangendosi nell' uscire dal vetro nell' aria, debbono scostarsi dalla perpendicolare (202), e perciò esser divergenti, e quindi tali da unirsi coll' asse avanti la lente.

245. Sulla lente piano concava (fig. 119.) FEMN cada il raggio CD parallelo all' asse AB. Per esser la superficie EM piana, il raggio CD le sarà perpendicolare, e perciò non si rifrangerà sino a D. Qui, uscendo dal vetro nell' aria, dee rifrangersi, scostandosi dalla perpendicolare OD. Dunque, se senza rifrangersi andrebbe per DP, rifrangendosi andrà per DQ. Or QD portato indietro, come divergente con OF, sarà convergente con AB, ed andrà ad unirsi coll' asse avanti la lente. Dunque etc.

246. I raggi, che cadono paralleli all' asse sulle lenti di vetro piano-concave, n' escono divergenti in modo da incontrar l' asse avanti la lente in distanza del diametro. Per la superficie concava i raggi debbono diverger dall' asse dietro la lente, quanto convergerebbero, se la superficie fosse convessa. Ma nella lente piano-convessa convergono in modo da incontrar l' asse in distanza del diametro (242)

247. I raggi, che cadono paralleli all' asse sulle lenti di vetro concavo-concave di egual concavità, n' escono divergenti in modo da incontrar l' asse avanti la lente in distanza del semidiametro. Per la doppia concavità debbono divergere i raggi dietro le lenti, quanto convergono per la doppia convessità. Ma per la doppia convessità ec. (245). Dunque ec.

248. I raggi paralleli all' asse sul menisco di concavità, e convessità eguali, n' escono paralleli. Subiscono due rifrazioni, e per l' una divergono, quanto per l' altra convergono.

249. Sul menisco (fig. 120) MN, di cui il raggio di convessità BG sia eguale al raggio di concavità FH, cada il raggio CD parallelo all' asse AB. Soffrirà una rifrazione in D, un' altra in E, e per la prima in D, si accosterà all' asse AO, quanto per la seconda in E se ne scosterà, per esser BC = FH. Dunque andrà per EP parallela.

250. Più conseguenze si deducono dalle verità esposte. Ecco le principali.

251. Le lenti piane non alterano il cammino della luce. I raggi, che vi cadono paralleli, n' escono paralleli (238).

252. Quindi i raggi convergenti, o divergenti n' escono come cadono.

253. Perchè la grandezza lineare dell' oggetto vien espressa dall' angolo ottico (182), che per le lenti piane non si altera; gli oggetti si veggono 1. dell' istessa grandezza, 2. nell' istessa distanza, 3 tali, quali sono.

254. Le lenti convesse convergono la luce. I raggi, che vi cadono paralleli, si vanno ad unir coll' asse (242).

255. Quindi 1. i raggi convergenti n' escono più convergenti. 2. i divergenti meno divergenti. 3. le lenti convesse hanno un foco reale, il quale è distante per l' intiero diametro, se sono piano-convesse, e pel semidiametro, se son convesso-convesse (242 245).

256. I raggi, che partono divergenti dal foco delle lenti convesse, n' escono paralleli. La rifrazione si fa pe' medesimi raggi, e i raggi paralleli si raccolgono nel foco.

257. Quindi i raggi, che partono divergenti da una distanza minore della focale, n' escon ancor divergenti, perchè

hanno una divergenza maggiore della focale , 2. i raggi , che partono divergenti da una distanza maggiore della focale , n' escono convergenti, perchè hanno una divergenza minore della focale.

258. Quindi posto un lume nel foco delle lenti convesse, tramanderà i raggi paralleli , ed in maggior distanza. Da ciò nasce la costruzione delle lanterne di notte. Esse hanno in fronte una lente o piano-convessa , o convesso-convesa , e un lume dentro in distanza dalla superficie della lente o pel diametro , o pel semidiametro.

259. Quindi non danno immagine nelle lenti convesse gli oggetti posti 1. nel foco 2. nella distanza minore delle focale. Per aversi l' immagine , uopo è , che si raccolgano i raggi provenienti dall' oggetto. Or i raggi , che pervengono o dal foco , o dalla distanza minore della focale , non possono raccogliersi , perchè nel primo caso escono paralleli, e nel secondo divergenti.

260. Gli oggett' innanzi alle lenti convesse in distanza maggiore della focale danno un' immagine dietro le lenti. I raggi , che tramandano , essendo più che paralleli , vanno ad unirsi dietro le lenti.

261. Quindi le immagini degli oggetti dietro le lenti convesse sono 1. in una distanza , ch' è inversa di quella degli oggetti. Quando gli oggetti son più vicini al foco , i raggi son più divergenti , e perciò dietro le lenti si raccolgono più tardi 2. più grandi a proporzione , che gli oggetti si fanno più vicini al foco. Andandosi ad unire i raggi in maggior distanza dietro le lenti , la base dell' angolo , che n' indica la grandezza lineare del diametro , è maggiore 3. rovesciate. I pennelli ottici , che partono da' vari punti dell' oggetto, si frastagliano nella rifrazione.

262. Sia (fig. 121.) CD una lente convessa, ed F il foco della medesima. Si metta la freccia AB in distanza maggiore della focale. 1. Se AB si fa più vicina al foco F , i raggi cadranno più divergenti , e perciò si andranno ad unire dietro la lente più tardi. Quindi NO , distanza dell' immagine, sarà nella ragione inversa di MO , distanza dell' oggetto. 2. esprimendo AB il diametro dell' oggetto , PQ quello dell' immaggine , per la somiglianza de' triangoli AOB , POQ sarà $AB : PQ = OQ : AO = ON : OM$. Ma AB , PQ sono i diametri dell' oggetto , e dell' immagine , OM , e ON ne sono le distanze. Dunque etc. 3. I pennelli ottici, che partono da A , si raccolgono in Q , e quelli , che partono da B , si raccolgono in P. Dunque i raggi si frastagliano , e perciò etc.

263. Le lenti convesse possono divenir caustiche. Hanno un foco reale, dove raccolgono i raggi (256 segg.). Quindi i raggi del sole , che , per esser lanciati da un corpo luminoso distan-

tissimo, son pressochè paralleli, possono unirsi nel foco, e là, crescendo d'intensità, acquistar la forza di bruciare.

264. La forza delle lenti caustiche dipende dalla loro convessità. Quindi di qualunque materia si formano, purchè sieno convesse, son atte all'uopo. Non è perciò maraviglia, se lenti convesse, anche di ghiaccio, bruciano.

265. L'efficacia delle lenti convesse è sorprendente. Tshirnausen le costruì sì potenti, che giunse per esse a vetrificare anche l'asbesto, pietra, che resiste all'efficacia del fuoco comune, il quale gli serve di liscivio, e lo purifica.

266. Se 'l foco delle lenti convesse fosse veramente un punto, la luce vi si raccoglierebbe nella sua massima intensità, ma è formato da un picciolo cerchietto. Ciò avviene perchè 1. la luce è diversamente rinfrangibile. 2. l'incidenza de' raggi non presenta sempre l'obbliquità medesima sulla lente. 3. la convessità della lente difficilmente è perfetta. Quindi l'efficacia delle lenti convesse è sempre minore.

267. Volendosi calcolar l'efficacia di una lente convessa, dee tenersi conto 1. della sua grandezza. Quant'è più grande, tant'è maggiore la quantità di luce, che cade sulla sua superficie, e va a raccogliersi nel foco 2. della grandezza del foco. Quando il foco è più picciolo, è più efficace la lente, perchè la luce vi è più concentrata.

268. Per determinar se una lente caustica è capace, o no, di bruciare un dato corpo, bisogna 1. calcolar l'efficacia della lente 2. veder che forza esige il dato corpo, per esser bruciato. Cercandosi, se il legno comune può esser bruciato da una lente ustoria, è da osservarsi, che il legno comune, per esser bruciato, esige un'efficacia 35 volte maggiore di quella de' raggi del sole. Se dunque nella data lente la luce si raccoglie nel foco in modo, ch'è 35 volte più densa di quel, ch'è nella superficie, la lente sarà capace di bruciarlo.

269 Le lenti concave divergono la luce. I raggi paralleli n'escono divergenti (246 seg.).

270. Quindi 1. raggi divergenti n'escono più divergenti 2. i convergenti meno convergenti, 3. le lenti concave hanno un foco immaginario, in distanza del diametro, se son piano-concave (248), e del semidiametro se son concavo-concave (249).

271. Il menisco di eguale concavità, e convessità non altera il cammin della luce. I raggi, che vi cadono paralleli, n'escono ancor paralleli (250).

272. Essendo lo scopo de' diottrici o di raccogliere, o di disperger la luce 1. le lenti, di cui si fa uso più frequente,

son le convesse, e la concave 2. le lenti piane, e 'l menisco di concavità, e convessità eguali sono di raro uso.

Art. 5.

Occhio, e meccanismo della vista

273. Non vi è strumento diottrico, che possa paragonarsi all' occhio. Tutto è ammirabile nell' organo della vista, sì per la struttura, che per l' uso. Per esso vediamo la natura. godiamo la bellezza delle luce, la varietà de' colori etc., e ci dilettiamo dell' ordine, e della proporzione. Il vivere senza occhi vale lo stesso, che morir tra le tenebre. Quindi ben dicea Plinio; che gli occhi sono *pars corporis pretiotissima*, *et qui lucis usu vitam distinguunt a morte. Hist. nat. lib.* 11. *c.* 3.

274. Le parti, che concorrono a formar l' occhio, e debbono necessariamente conoscersi pel meccanismo della vista, son la *cornea opaca*, la *cornea trasparente*, *l' anello cigliare*, la *pupilla*, l' *iride*, l' *uvea*, la *retina*, e gli *umori* detti *acquoso*, *cristallino*, e *vitreo*.

275. *La cornea opaca* ABC (fig. 122.) detta *sclerotica* è l' ultima veste dell' occhio nella parte interna. Ella credesi formata della dura madre del nervo ottico, e serve a consolidare, e mantener fermo l' occhio.

276. *La cornea trasparente* AFC (fig. 122) è una membrana prominente, che ha la temperatura di una sottile laminetta di corno. Ella incassa sulla cornea opaca, come la lente di cristallo sopra di un orologio.

277. *L' anello cigliare* è un forte tessuto cellulare, che nell' incassamento della cornea trasparente sull' opaca vi attacca la membrana *ruyschiana moc* (fig. 122.), che cuopre la *coroide*, veste della cornea opaca, e si crede una propagazione della pia madre. L'interno della coroide è spalmato da una mucosità nera, la quale impedisce, che i raggi riflessi dalla pareti interne dell' occhio turbino la visione. Gli occhi degli *albini* mancano di questo anneramento, e perciò sono estremamente sensibili alla loce.

278. *La pupilla pq* (fig. 122.) è un foro circolare aperto in mezzo di un diaframma quasi parallelo al piano della cornea trasparente. Ella può restringersi, e dilatarsi, e quindi può introdurre nell' occhio una diversa quantità di luce.

279. *L' iride* è la membrana superiore del diaframma quasi parallelo al piano della cornea trasparente. Ella è di vario colore, e fa l' occhio nero, bianco, ceruleo ec. I vasellini del-

l' iride, secondo che sono rilasciati, ed in direzione serpentina, come nello stato d' inazione, o turgidi, ed in direzione quasi retta, come nello stato di afflusso di umori per qualche stimolo, dilatano; o restringono il foro pupillare.

280. L' *uvea* è la membrana inferiore del diaframma. È simile alla corteccia di un acino di uva nera spolpato.

281. *La retina* $nGHm$ (fig. 122.) è una specie di rete formata dallo sfioccamento del nervo ottico O. In essa si dipingono le immagini rovesciate degli oggetti esterni.

282. La retina è la parte principale dell' organo della vista. In essa si fa l' impressione, che poi determina la sensazione. Se per cagione morbosa le parti dell' organo si alterano in modo, che la luce non può giungere alla retina; si perde la vista, che si ricupera di nuovo, se le parti dell' occhio divenute opache o si tolgono via, o si rischiarano. Più, se la retina è intatta, non si perde intieramente la vista per l' alterazione di qualche parte dell' occhio, ma, alterata la retina, e intieramente distrutta. Essendo poi la retina uno sfioccamento de' nervi ottici, in essa si fa l' impressione, ch' è condotta al comune sensorio pe' nervi ottici.

283. *L' umore acqueso* è così detto per la somiglianza, che ha coll' acqua così per la limpidezza, che pel potere rifrattivo. Egli rende protuberante in fuori la cornea trasparente.

284. *L' umore cristallino*, così detto perchè simile al cristallo, è racchiuso in una membrana tenue trasparente.

285. *L' umore vitreo* somiglia al bianco dell' uovo anche per la consistenza. È avvolto in una membrana detta *hyaloide*.

286 Ecco il meccanismo della vista. Dal punto S (fig. 122) vanno sull' occhio i raggi SK, SF, SL, formanti il pennello ottico KSL. Il raggio SF, perchè perpendicolare, va in E, gli altri SK, SL, senza rifrazione andrebbero in G, ed H, ma rifratti nella cornea trasparente in K, ed L; cadranno nella pupilla *pq* in modo da incontrar la retina ne' punti *t*, *v*. Rifratti di più pe' vari umori *acquoso*, *vitreo*, *e cristallino* si raccoglieranno in E, dove si dipinge il punto S.

287. Se ciò, che si è detto del punto S, s' intende di tutt' i punti, che sono nella superficie di un oggetto, si comprende, che tutte le loro immagini si dipingeranno nel fondo della retina, dove si avrà l' immagine intiera.

288 Che i raggi provenienti da un punto qualunque di un oggetto ne pingano l' immagine nell' occhio, è un fenomeno, di cui non può dubitarsi. Il primo a rammentarlo fu Gio. Battista de la Porta *Mag. Nat. lib.* 17. *c.* 6. 7.

289. L' immagine dell' oggetto si dipinge rovesciata nella

retina, perchè i pennelli oltrci s'intersecano nell'occhio. 1. l'oggetto (fig. 123.) AB esposto all'occhio O, i raggi del pennello, che parte da A, si uniscono in M, e quelli del pennello, che parte da B, si uniscono in N. Dunque ec. 2. è provato dall'occhio artificiale, e dagli esperimenti della camera ottica. Bussi l'ha fatto veder benanche nell'occhio naturale estratto da' cadaveri.

290. Quindi gli oggetti 1. non son visibili, se i raggi, che ne partono, non entrano nell'occhio, 2. non si veggono distintamente, se non si uniscono nella retina.

291. Per esser distinta l'immagine, i raggi debbono unirsi nel *punto sensibile* della retina, ch'è propriamente nell'asse dell'occhio. Non producono immagine alcuna, o distinta, i raggi, che cadono nel *punto insensibile* detto *punctum coecum*, ch'è il piccolo spazio circolare occupato dall'estremo del nervo ottico, e sfiocca le fibrille, che s'intrecciano, e formano la retina. Questo punto non sente l'azione della luce, come quello di ogni altro nervo scoverto. Quindi è da credersi, che la retina sente le immagini sulla coroide, come la mano sente le forme, i contorni, e la levigatezza de' corpi, che tocca.

292. Dunque 1. il potere rifrattivo della cornea trasparente fa entrar nella pupilla, e quindi nell'occhio i raggi, che partono divergenti dagli oggetti 2. il potere rifrattivo de' vari umori li raccoglie nella retina.

293. Quindi s'intende perchè 1. quando si vogliono veder distintamente gli oggetti assai vicini, si fanno degli sforzi, per allargar la pupilla. Ciò serve a farvi entrar più di que' raggi, che, partendo da un oggetto assai vicino, son troppo divergenti, 2. quando si vogliono veder distintamente gli oggetti lontani, si stringe la pupilla. Ciò serve a farvi entrar que' soli raggi, che possono raccogliersi nel fondo della retina, e son poco divergenti, perchè vengono da punti assai lontani. Forse per la stessa ragione si veggono gli oggetti con più precisione con un occhio solo, che con due. I cacciatori guardano gli uccelli con un occhio solo, quando li prendano di mira, per assicurare il colpo. Due occhi servono a dare l'impressione più energica, e più durevole. Jurine però è di parere, che la forza di due occhi supera quella di un solo ben esercitato per $\frac{1}{13}$.

294. Ciò, che si è detto, riguarda l'occhio umano, la forma del quale è presso a poco di due segmenti sferici uniti per la base. Negli uccelli l'occhio si adatta ad ogni distanza, ed intensità di luce, allargandosi, e restringendosi, secondo il bisogno, ed è protetto da una terza particolare palpebra, per

non essere abbagliato dalla luce più viva. Questa è quella, che permette all' aquila di fissare il guardo nel sole. I pesci, che vivono in un mezzo meno chiaro dell' aria, hanno più grandi gli occhi. Gli animali anfibi, come le foche, hanno gli occhi capaci di stringersi, e dilatarsi, per vedere sì nell' uno, che nell' altro mezzo: le gatte variano la figura degli occhi, per vedere di giorno, e di notte. L' istesso avviene ai cervi secondo Buffon.

Art. 6.

Fenomeni particolari della vista

295. Vi son vari fenomeni curiosi, riguardanti la vista. Giova osservarne alcuni.

296 Se l' immagine dell' oggetto si dipinge rovesciata nell' occhio, perchè l' oggetto si vede dritto? Perchè f. là si riferisce il punto dell' immagine, donde partono i raggi, che lo dipingono. Or i raggi, che si uniscono nella parte inferiore della retina, partono del punto superiore dell' oggetto pel frastagliamento, che subiscono. Infatti i raggi, che partono da B (fig. 112.), si raccolgono in N, e quelli, che partono da A, si uniscono in M. 2. le idee di dritto, e rovescio son relative. Se l' immagine di ogni oggetto si dipinge rovesciata nell' occhio; tutti gli oggetti son dritti.

297. V' è chi pensa, che, se gli oggetti si veggono dritti, benchè la loro immagine è dipinta al rovescio, ciò avviene, perchè il giudizio, che l' anima dovrebbe formarne per l' immagine, vien rettificato dal tatto, che ammaestra l' occhio intorno alla posizione degli oggetti. Questo pensiere sembra troppo metafisico.

298. Se son due gli occhi, e due le immagini, che vi si dipingono, perchè si vede un sol oggetto? Perchè, sebbene ogni punto dell' oggetto è dipinto due volte nelle immagini, non è però duplicato il punto dell' oggetto; donde partono i raggi. Dunque due punti delle immagini si riferiscono ad un punto solo dell' oggetto, ed un solo ne rappresentano.

299. Gassendo, Tacquet, le Clerc, la Caille, le Cat etc. hanno pensato, che l' oggetto si vede semplice, perchè noi vediamo alternativamente ora con un occhio, ed ora coll' altro. Il Sig. Du Tour ha opinato, che ciò avviene, perchè l' immagine dell' oggetto si dipinge chiaramente in un occhio, ed oscuramente in un altro. Ma perchè abbassandosi, o alzandosi un occhio, si veggono due immagini? Vedi Testa *Riflessioni sulle memorie presentate alla R. Accademia* etc.

300. Se, per vedersi distintamente un oggetto, i raggi, che ne partono, debbono raccogliersi nella retina, come si vede distintamente un oggetto a diverse distanze? Perchè l' occhio per la sua mobilità capace 1. di stringere, ed allargar la pupilla 2. di prendere una diversa figura, si rende atto a raccogliere più, o meno luce, ed a ricevere i raggi provenienti da diverse distanze. È un fatto, che la figura dell' occhio stesso è diversa, vedendosi gli oggetti vicini, e lontani. Quando ad un tratto si stacca l' occhio dagli oggetti distanti, per veder i vicini, o si stacca da questi, per veder quelli, si ha una sensazione fastidiosa. Allora si fanno degli sforzi, perchè l' occhio prenda quella figura, che gli è necessaria.

301. Se le immagini degli oggetti si dipingono negli occhi, come vediamo gli oggetti in diverse distanze? È un effetto 1. dell' abitudine 2. della grandezza conosciuta degli oggetti 3. della distinzione maggiore, o minore, con cui l' oggetto si vede, 4. della diversa impressione, che cagionano nell' occhio raggi provenienti da diverse distanze.

302. Donde avviene, che gli stessi oggetti nella medesima distanza, talvolta sembrano più grandi, e più vicini, talvolta più piccioli, e più distanti? Ciò dee attribuirsi alla distinzione diversa, con cui si veggono. Il Vesuvio dopo una pioggia dirotta sembra più grande, e più vicino, che di està, mentre l' aria è oltremodo impregnata di esalazioni, e di vapori. L' essere l'aria più, o meno sgombra di particelle straniere, fa che il passaggio della luce sia più, o meno libero, e che l'oggetto medesimo, vedendosi più, o meno distinto, comparisca più, o meno grande, e in distanza diversa. Quindi s' intende l' artificio de' pittori, che, volendo far comparir gli oggetti più piccioli, e più distanti, li dipingono con colori più slavati.

303. Come un oggetto può vedersi tutto intiero, se gli assi de' pennelli ottici debbono concorrere in un punto solo? Questa è un ottica illusione. Noi crediamo di veder tutto insieme un oggetto, mentre che in un istante non ne vediamo, che un punto solo. Questa illusione poi dipende 1. dalla somma mobilità dell' occhio, che scorre rapidamente sull' oggetto 2. da che le impressioni cagionate da' raggi di luce durano per qualche tempo. Ecco, perchè un carbone acceso, che si fa girare, rappresenta un cerchio continuo di fuoco.

304. Se, per vedersi gli oggetti, bisogna, che i raggi, che ne partono, entrano nella pupilla, come possono vedersi gli ogg[illegible] laterali? La cornea trasparente 1. formando parte di una sfera più piccola, è protuberante in fuori 2. rifrangendo i raggi, e facendoli accostare all' asse di rifrazione, li spinge nella pupilla.

305. Perchè in lontananza sembrano continui i corpi interrotti ? La montagna di Somma , e 'l Vesuvio sembrano un monte solo Le picciole distanze in lontananza si sperdono.

Ecco perchè 1. i corpi scabrosi in distanza sembrano lisci, 2. l' anello di Saturno sembra continuo, mentre, secondo l'opinione degli astronomi , è un complesso di piccoli satelliti posti gli uni agli altri vicini.

306. Perchè un oggetto piccolo in poca distanza si vede più oscurato , e più grande , guardandosi con un occhio solo , e chiudendosi l' altro ? Perchè 1. si vede sotto un afflusso di luce minore 2. per l' osservazione di Epino , chiudendosi , o comprimendosi un occhio , si dilata la pupilla dell' altro.

307. Perchè talvolta sembrano muoversi gli oggetti , che stanno fermi ? Chi si avvanza in mare , vede allontanarsi da lui il lido. L' occhio non avverte al suo moto.

Ecco perchè 1. movendosi la terra , sembra , che si muova il sole. 2. guardandosi la luna a traverso le nubi , che si muovono nell' atmosfera , par , che la luna cammini rapidamente , e le nubi sieno ferme. Se si fissa l' attenzione alle nubi , si vedrà , che queste sono sbalzate nell' aria , e 'l moto della luna più non si apprende.

308. Perchè una sfera in distanza è veduta come cerchio? Vedendosene le parti egualmente illuminate , sembrano nella medesima distanza , e se ne sperde la convessità.

Ecco perchè la luna , e 'l sole sembrano piani circolari , mentre ch' effettivamente son globi.

309. Intorno ai fenomeni particolari della vista è da notarsi, che non tutti gli uomini veggono tutt' i colori. Colardeu , e Dalton non vedevano il rosso. Il calzolaio Harvis nella Cumberlandia distingueva solamente il bianco, e 'l nero *Quetellet*. Questo vuol dire, che la luce di tutt' i colori non fa nella retina di tutti gli occhi la debita impressione. Ma come , o perchè ? Il fenomeno è noto, la causa ignota.

Art. 7.

Visione artificiale.

310. L' organo della vista 1. è soggetto ad alterarsi per malattie 2. è limitato naturalmente , perchè gli sfuggono gli oggetti troppo vicini, e troppo lontani (184). L' arte, come per gli occhiali ha corretti i vizi dell' organo della vista , così pe' *microscopii* , e pe' *teloscopii* ha esposti alla contemplazione del l' uomo gli oggetti sì troppo vicini , che troppo lontani.

Occhiali

311. Le lenti, per le quali possono vedersi distintamente gli oggetti, che per difetto dell' occhio o non si vedrebbero, o si vedrebbero confusamente, si dicono *occhiali*.

312. Gli occhiali sono a lenti concave, o convesse. I primi servono a diverger la luce, i secondi a convergerla (233 seg.).

313. Non si vede distintamente un oggetto, se i raggi, che ne partono, non s' incontrano nella retina. Ciò avviene sì quando son fatti dall' occhio troppo convergenti, e perciò da unirsi prima di giungere nella retina, chè quando son fatti poco convergenti, e perciò capaci di unirsi al di là della retina.

314. Il difetto dell' occhio, che raccoglie i raggi prima di giungere nella retina, si dice *miopia*; quello, che li farebbe unire al di là della retina, si dice *presbiopia*.

315 I *miopi* (1) veggono gli oggetti vicini, e non i lontani. Dagli oggetti vicini son mandati i raggi più divergenti.

316. I *presbiti* (2) veggono gli oggetti distanti, e non i vicini. Dagli oggetti distanti vengono i raggi men divergenti.

317. La *miopia* suol esser difetto de' giovani. Nasce da soverchio potere rifrattivo degli occhi o per le lenti troppo convesse, o per gli umori troppo densi, ciocchè ha luogo ne' giovani. Quindi alla miopia si rimedia cogli occhiali a lenti concave, che, divergendo i raggi di luce, non li fanno unir prima di giungere alla retina.

318. La *presbiopia* suol esser difetto de' vecchi. Nasce dal poco potere rifrattivo degli occhi, o per le lenti troppo spianate, o per gli umori poco densi, come avviene ne' vecchi. Quindi alla presbiopia si rimedia cogli occhiali a lenti convesse, che, convergendo i raggi, non li fanno giungere alla retina, senza essersi raccolti.

319. L' occhio artificiale, ch' è una macchinetta di varie lenti di vetro imitante l' occhio naturale, dà la pruova più sicura della dottrina esposta. Se in esso non è ben distinta l' immagine di un oggetto distante, o vicino, perchè i raggi son raccolti prima, o dopo di giungere nella retina, vi si applica una lente concava, o convessa, e si vedrà ben distinta.

---

(1) *Myopes* de' Greci son quelli, che da' Latini si dicono *brevioris visus*, e dagli Italiani si dicono di *corta vista*.

(2) *Presbytae* de' Greci son quelli, che da' Latini si diceano *senes*, perchè i vecchi veggono giuttosto di lontano.

320. L'invenzione degli occhiali si deve o a Salvino degli Armati nel 1317., o ad Alessandro Spina dell' Ordine de' Frati Predicatori morto a Pisa nel 1313. Vedi Montucla *Stor. delle Mat.* Fa strano, come gli antichi, che conoscevano gli effetti della rifrazione della luce, perchè si servivano delle sfere di vetro, per accendere i corpi, non abbiano saputo per tanto tempo trarne profitto per la costruzione degli occhiali, tanto più, che la natura stessa dovea dettarne il bisogno.

321. Reinesio, Petisco etc. crederono, che *Faber ocularriarius*, o piuttosto *ocularius* in un' iscrizione del Grutero fosse un fabbricator di occhiali, ma era piuttosto un artefice di occhi da mettersi o nelle statue degli dei, o ne' tempi per la ricuperata sanità degli occhi. Oltre che gli Egiziani mettevano ne' tempi occhi d'oro, o di argento, per indicar, che Dio vede tutto. Del resto, se gli antichi avessero conosciuti gli occhiali, i Comici, i Satirici, e gli Epigrammisti, Plauto, Terenzio, Orazio, Giovenale, Marziale etc., non avrebbero mancato di parlarne, o di farne allusioni motteggiando, e scherzando.

Sezione 2.

Microscopii

322. Il *microscopio* dal greco *micros*, piccolo, è uno strumento diottrico destinato a far vedere gli oggetti troppo vicini, e ad ingrandir gli oggetti piccoli.

323. Non si sa precisamente da chi sieno stati inventati i microscopi. Volfio. *Elem. Dioptr.* 432. pensa, ch' erano ignorati nell' anno 1618, da che Geronimo Sirturo, che scrisse in quell' anno stesso dell' origine, e della costruzione de' teloscopi, non fa menzione alcuna de' microscopi. Sembra però, che il primo a far menzione de' microscopi fu il Napoletano Gio: Battista della Porta, il quale, scrivendo nel secolo XVI, parla di lettere vedute grandi a traverso delle lenti di vetro. *Mag. Nat. lib.* 17. *c.* 10.

324. Il microscopio è *semplice*, se costa di una lente sola, *composto*, se costa di più. Ugenio nella sua Diottrica attribuisce l'invenzione del microscopio composto a Drebellio nel 1622., ma Francesco Fontana Napoletano l' attribuisce a se nelle sue *osservazioni*, dicendo essersi imbattuto in sì mirabile invenzione nel 1618.

325. Le lenti del microscopio son convesse. Gli oggetti piccioli, che nella distanza minore di otto pollici sfuggirebbero la vista pe' raggi troppo divergenti, si mettono nel foco delle

picciole lenti convesse, donde son tramandati i raggi paralleli, e perciò tali da raccogliersi nella retina.

Nel foco della piccola lente convessa (fig. 124.) AB, ch'è in distanza minore di otto pollici, si metta l'oggetto *cd*. I raggi, che son mandati divergenti sulla lente da i punti *c*, *d* dell'oggetto, per la forza della lente passano paralleli sull'occhio, pel cui potere rifrattivo son raccolti nella retina, ove formano l'immagine CD.

326. Quindi i microscopi fanno veder gli oggetti 1. distintamente, perchè ne convergono i raggi, e li fanno veder sotto un afflusso di luce maggiore, 2. di maggior grandezza, perchè li presentano in distanza minore di otto pollici, e perciò sotto un angolo ottico maggiore.

327. Dunque l'oggetto pel microscopio comparisce tanto più grande, quanto il foco della lente è più vicino di otto pollici. Se la distanza focale della lente è di un pollice solo, il diametro dell'oggetto, presentato sotto un angolo ottico otto volte maggiore, comparirà otto volte più grande. Perchè poi l'immagine è perfettamente simile all'oggetto, e le superficie simili sono nella ragione duplicata de' lati omologhi, i solidi nella ragione triplicata de' medesimi, il volume dell'oggetto sarà 64. volte più grande, la solidità 522 volte.

328. I microscopi son più atti ad ingrandire, quando le lenti, di cui costano, sono 1. più convesse. 2. più picciole. Dunque le lenti sferiche picciolissime sono più proprie per la costruzione de' microscopi, avendo il foco nella distanza della quarta parte del diametro.

329. Lieberkun inventò il microscopio *solare*. I raggi del sole per uno specchio piano posto fuori di una finestra si fanno entrar in una stanza buia per un foro, dove si mette una lente convessa: prima del foco di questa lente si mette una sterchetta cogli oggetti piccioli capovolti: oltre il foco un'altra lente convessa. I raggi divergenti dopo il foco della prima, raccolti dalla seconda, andranno a dipinger l'oggetto in una carta, o in un muro.

Fuori di una stanza si metta lo specchio piano (fig. 125). AB. I raggi solari in R pel foro ST son mandati convergenti sulla lente convessa. CD. Si metta la sterca PQ. in cui vi son gli oggetti capovolti, prima del foco di questa lente, ed oltre al foco della medesima si metta l'altra lente convessa HM. I raggi per questa seconda lente saranno raccolti, ed andranno a dipingere l'oggetto KL sulla carta, o sul muro.

330. La stecchetta (fig. 125.) PQ cogli oggetti capovolti si mette prima del foco di CD, acciò in esso non sia bruciata.

331. Quindi nel microscopio solare si vede 1. l'immagine dell'oggetto 2. grande, quanto si vuole, perchè, a proporzione, che i raggi frastagliati più si portano avanti, diventano più divergenti, e cresce la base dell'angolo, sotto la quale se ne vede la grandezza.

332. La distanza dell'immagine (fig. 123.) KL dalla lente HM si divida per la distanza della stecchetta PQ, e quindi dell'oggetto dalla lente: il quoziente darà l'ingrandimento del diametro, il quadrato quello della superficie, il cubo quello della solidità dell'oggetto.

Sezione 3.

Teloscopii diottrici.

333. Il *teloscopio diottrico* dal greco *thelos*, lontano, consiste in una combinazione di vetri destinati a far vedere con più distinzione, e più grandi gli oggetti lontani, che o non si vedrebbero, o si vedrebbero piccioli, e confusi.

334. Si vuole, che la prima idea de' teloscópi l'ebbe per caso in Midlebourg nel 1590. Zaccaria Jansen occhialaio. Mentre i piccioli suoi figli si trastullavano, tenendo fra le dita di rincontro, e a qualche distanza due vetri di occhiali, videro il gallo, ch'era sul campanile dirimpetto più grande, più vicino, e rovesciato. Questa singolarità richiamò l'attenzione di Jansen, ed egli fu il primo ad incassare in due cerchi di latta due vetri, che potevano. secondo il bisogno, avvicinarsi, ed allontanarsi. Però il Napoletano Gio: Battista della Porta fin dalla metà del secolo XVI. fè motto di una combinazione di lenti, per le quali gli oggetti poteano vedersi più grandi, e più vicini. Egli dice: *concavo longe parva vides, sed perspicua: convexo propinqua majora, sed turbida. Si utrumque recte componere noveris, et longinqua, et proxima majora, et clara videbis. Mag. nat lib. 17. c. 10.*

335. Il teloscopio primo a costruirsi, e più semplice, è il *Galileano*. Costa di due lenti, delle quali l'esposta all'oggetto, detta *oggettiva*, è convessa, l'esposta all'occhio, detta *oculare*, è concava. Son collocate alle due estremità di un tubo tanto distanti l'una dall'altra, che 'l foco immaginario dell'oculare coincide col reale dell'oggettiva. L'oculare dev'esser disposta in modo da potersi scostare, o avvicinare all'oggettiva, perchè il foco dell'oggettiva è tanto più corto, quanto son più distanti gli oggetti, che si mirano, per essere i raggi allora men divergenti.

336. Questo teloscopio dicesi *Galileano* non perchè Galileo

il primo l'inventò; ma perchè egli il primo se ne servì, per contemplare i corpi celesti, ed il primo, come dice Volfio nella sua Diottrica, scovrì nel cielo cose ignote.

337. Quindi il teloscopio Galileano fa veder gli oggetti 1. più distinti, perchè l'oggettiva convessa, convergendone i raggi, ne fa entrar più nell'occhio 2. più grandi, perchè l'oculare concava, dispergendone i raggi, li rappresenta sotto un angolo ottico maggiore.

Sia il tubo (fig. 126) CDEF, alle due estremità del quale sieno le due lenti EF. concava, e CD convessa. Per esse, se si mira dall'occhio O l'oggetto distante AB, i raggi, che dall'oggetto AB son mandati sulla convessa CD, sono raccolti in modo da formar nell'occhio la piccola immagine *ab*. Esponendosi a questa di rincontro l'oculare concava, che li diverge, formeranno nell'occhio l'immagine più grande AB. Quindi l'oggetto si vede più distinto, e più grande.

338. Il quoziente, che si ha, dividendo la distanza focale dell'oggettiva per quella dell'oculare, dà nel teloscopio Galileano l'ingrandimento del diametro, il quadrato quello della superficie, il cubo quello della solidità.

339. Il teloscopio Galileano, avendo l'oggettiva assai grande, e l'oculare concava 1. non manda i raggi ben raccolti. 2. disperge i raggi, e perciò minora il campo della vista. Quindi pel teloscopio Galileano gli oggetti 1. sogliono vedersi mal terminati 2. difficilmente s'incontrano, e si veggono intieri.

340. Il *teloscopio astronomico* differisce dal Galileano per l'oculare convessa. Le due lenti debbono essere distanti l'una dall'altra per la somma delle loro lunghezze focali, e l'oculare dev'esser minore dell'oggettiva.

341. Nel teloscopio astronomico 1. l'oggettiva convessa raccoglie i raggi dell'oggetto, e ne forma l'immagine. 2. i raggi frastagliandosi, cadono divergenti sull'oculare, e da essa son mandati paralleli nell'occhio.

Sia il tubo (fig. 127. EFCD, all'estremità del quale sieno le due lenti convesse, EF, CD, e sia l'oggetto lontano AB. I raggi, che partono dall'oggetto AB, cadono sull'oggettiva CD, dalla quale raccolti formano l'immagine *ab*. Da i punti *a*, e *b*, cadono i raggi divergenti sull'oculare EF, dalla quale son mandati paralleli sull'occhio O, per essere pel potere rifrattivo dell'occhio raccolti nella retina, dove dipingono l'immagine dell'immagine.

342. Dunque nel teloscopio astronomico vi è frastagliamento di raggi, e perciò l'immagine si dipinge nell'occhio dritta, e l'oggetto si vede rovescio.

343. Essendo indifferente veder gli astri dritti, o rovesci, perchè rotondi, si è dato a questo teloscopio il nome di *astronomico*. Però i teloscopî astronomici mostrano i movimenti degli astri in senso opposto, cioè gli astri, che si veggono mossi da sinistra a destra, si muovono da destra a sinistra, e quelli, che si veggono mossi da sopra sotto, si muovono da sotto sopra. Il teloscopio astronomico rovescia gli oggetti (342).

344. Il teloscopio astronomico fa veder gli oggetti 1. più vicini, e più grandi, perchè li fa veder per le immagini dipinte nel tubo, e presentate sotto un angolo ottico maggiore 2. più distinti, perchè le lenti convesse raccolgono i raggi.

345. Nel teloscopio astronomico il quoziente, che nasce, dividendo il foco dell' oggettiva per quello dell' oculare, dà l'ingrandimento del diametro, il quadrato quello della superficie, il cubo quello della solidità.

346. Il teloscopio astronomico 1. non divergendo i raggi dell' immagine, non minora il campo della vista, come fa il Galileano (339). 2. rappresentando l' oggetto rovesciato (342), è mal atto a vedere gli oggetti terrestri.

347. Il teloscopio *terrestre*, in vece di due lenti convesse, ne contiene quattro, e perciò è come un duplicato teloscopio astronomico. Le due lenti di più servono a dipingere le immagini rovesciate negli occhi, per vedersi gli oggetti dritti.

348. Il teloscopio terrestre, presenta l'oggetto diritto; ma, spingendone i raggi per quattro lenti, l' indebolisce, e perciò fa veder l' oggetto poco distinto.

349. L' *elioscopio* è l' istesso teloscopio astronomico, il quale ha, per vedersi il sole, innanzi all' oculare una lente piana affumigata, che, non alterando il cammin della luce, ne tempera la soverchia efficacia.

350. I teloscopî ingrandiscono l' oggetto, ma qual è veduto ad occhio nudo, non qual è in se stesso.

351. Il teloscopio, di cui si è parlato finora, è detto *diottrico*, perchè in esso opera la luce per rifrazione. Vi è benanche il teloscopio *catodiottrico*, nel quale opera la luce per riflessione, e rifrazione nel tempo stesso.

352. L' invenzione del teloscopio catodiottrico deesi a Giacomo Gregory. Egli il prime ne diede la costruzione nella sua *Optica promota*, e fu detto *Gregoriano*. Newton n' escogitò un altro, che fu detto *Newtoniano*. L' uno, l' altro fu posto in pratica, e perfezionato da Giovanni Aldeio, ed ultimamente da Herschel.

Camera oscura, e prisma triangolare.

353. La luce, ch' entra pel foro aperto nella finestra di una camera oscura presenta molti fenomeni. Ecco i principali.

1.° Quando un fascio di luce entra nella camera oscura senza rifrangersi, dove si raccoglie, forma l'immagine del sole 1. rotonda 2. senza diversità di colori.

2.° Quando il fascio di luce si fa cadere obliquamente sopra un prisma triangolare di cristallo posto di rincontro al foro aperto nella finestra, l'immagine, che si vede, e dicesi *spettro*, sarà 1. allungata 2. di diversi colori.

3.° Se la lunghezza dello spettro non diviene per lo meno doppia della larghezza, lo spettro 1. non è perfettamente sviluppato. 2. ha nel mezzo una striscia bianca, la quale sparisce coll' allungamento del medesimo.

4.° La lunghezza dello spettro varia secondo che varia la materia del prisma, come si vede pel *poliprisma*, o prisma moltiplice.

5.° La separazione de'colori nello spettro è perfetta, quando lo spettro è ricevuto alla distanza di presso a 4. metri dal prisma.

354. Quando la separazione de' colori è perfetta, ecco i fenomeni, che si presentano.

1.° Se il fascio di luce L (fig. 128) cade obliquamente sul lato AB del prisma triangolare ABCD, esce per l' altro lato CD spezzato in sette fili *a*, *b*, *c*, *d*, *e*, *f*, *g*, che con la perpendicolare FG alzata dal punto d' incidenza F formano gli angoli *a*FG, *b*FG, *c*FG etc. di diversa grandezza.

2.° I sette raggi, in cui si scioglie il fascio di luce, son tinti di diversi colori, che sono, cominciando da *a*, e terminando in *g*, il *rosso*, l' *arancio*, il *giallo*, il *verde*, il *blu*, l' *indaco*, e 'l *violaceo*.

355. Gli spazi interposti tra' sette colori son tinti ancor essi de' loro colori, che vanno a degenerare a poco a poco ne' colori de' raggi, che si succedono. Lo spazio tra' il rosso, e l' arancio è tinto di colore diverso dall' uno, e dall' altro, che, degenerando a poco a poco, va a terminar nell' arancio

356. Gli spazi interposti tra i sette raggi non hanno un eguale estensione. Se si divide lo spazio, che tutt' i colori occupano in 360. parti eguali, cominciando dal rosso, e terminando al violaceo, gli spazi interposti ne conterranno 45, 27, 48, 60, 40, 80.

357. Se tutt' i sette raggi, si raccolgono sul piano MN

(fig. 128.), che dicesi *spettro*, v' imprimeranno i sette colori divisati (354) sotto l' estensione indicata (355).

358. Se nello spettro si apre un foro, e si fa passare avanti uno de' colori; ogni corpo, che gli si oppone, comunque co'orato, comparisce tinto del colore del raggio.

359. Se a qualunque de' raggi passati avanti pel foro aperto nello spettro si oppone un altro prisma triangolare di cristallo; si vedrà il raggio sciolto in altri sette fili, che tutti saranno tinti del colore medesimo.

360. Se innanzi a' sette raggi si mette una lente convessa (fig. 128.) PO, i raggi andranno ad unirsi nel di lei foco. O, dove formeranno un cerchietto bianco.

361. Se uno, o più de' raggi, che si vanno a raccogliere nel foco della lente, è intercettato, opponendoglisi un pezzo di cartone, il cerchietto non sarà nè rotondo, nè bianco perfettamente.

362. Se i sette raggi, dopo essersi raccolti nel foco, (fig. 128.), si fanno passare innanzi, s' intersecheranno, e saranno tinti de' colori primieri, ma con ordine inverso. In fatti, se tutt' i sette raggi si raccolgono sull' altro spettro RS, v' imprimeranno i sette colori di prima, che, cominciando dal violaceo, andranno a terminare nel rosso.

363 Più conseguenze si deducono dai fatti esposti. Eccone un saggio.

364. La luce è diversamente rifrangibile. L' istesso fascio di luce, caduto colla stessa obliquità sul prisma, si scioglie in sette raggi, che formano colla perpendicolare angoli di diversa grandezza (354).

365. La luce, rifrangendosi, si disperge. Occupa uno spazio maggiore, e si fa meno intensa (1). Quindi per la rifrazione si fa l' analisi della luce, come per le lenti convesse se ne fa la sintesi. Per l' una si scioglie in varî fili, per l'altra si raccoglie nel foco.

366. I colori consistono nelle modificazioni, che prende la luce per la rifrazione. Il raggio rifratto si scioglie in sette fili, che son tinti di sette colori (354).

367. I raggi tinti del colore rosso son i più forti, i tinti del violaceo son i più deboli. I rossi formano colla perpendicolare il minimo angolo, i violacei il massimo (354).

---

(1) L' intensità della luce si misura per mezzo del *fotometro*, come quella del calorico pel calorimetro. Sembra però, che finora il fotometro non si sia costruito con l' esattezza del calorimetro.

368. I colori de' sette raggi son primitivi, e inalterabili 1. Son i presentati da' raggi, in cui si scioglie il fascio di luce (354) 2. qualunque corpo colorato esposto al raggio tinto di un dato colore comparisce del color del raggio (358). 3. il raggio tinto di un dato colore, se si scioglie per un prisma, dà sempre il colore medesimo (359), 4. il raggio tinto di un dato colore, passando per corpi diafani di altro colore, se non è assorbito, o distrutto, esce tinto dell'istesso colore.

369. I colori degli spazi interposti tra i sette raggi sono il misto di due colori prossimi. I colori, che presentano, cominciano dall'uno, e terminano nell' altro de' colori prossimi, degenerando a poco a poco. (355)

370. Quindi tutt' i colori, tranne i sette primitivi, son combinazione de' primitivi, e perciò si dicono *derivativi*.

371. I colori derivativi son vari. Nascono dalla combinazione di sette colori, che varia pel numero, e per l' energia de' combinabili.

372. La formazione de' colori derivativi si fa con alcune leggi, di cui ecco le principali.

1.° Due colori semplici consecutivi danno una tinta intermedia.

2.° Due colori seperati da un solo intermedio danno il colore, che li separa.

3.° Due colori separati da due intermedi, mischiandosi, danno uno de' colori, che li separa come più, o meno uniti al bianco.

373. Ecco una tavoletta delle varietà de'colori semplici.

Colori semplici	*Colori risultanti*
Rosso, e giallo.	Arancio
Arancio, e verde.	Giallo
Giallo, e turchino.	Verde
Verde, ed indaco.	Turchino
Turchino, e violetto	Indaco etc.

374. Newton avverte, che queste leggi hanno qualche eccezione nel rosso, e nel violetto, che non si sieguono nello spettro. Il fatto mostra, che l'indaco, e 'l rosso non formano il violetto, ma un porporino, che sensibilmente ne differisce.

375. Il bianco nasce dalla combinazione di tutt' i sette colori primitivi 1. Quando tutt' i sette colori si uniscono nel foco della lente convessa, formano un cerchio bianco (360) 2. se su di un piano circolare si mettono sette strisce di sette colori pri-

mitivi coll' estensione, che loro appartiene, e si fa girare rapidamente il piano, comparisce bianco. 3. se si uniscono, e s' incorporano i sette colori primitivi, dalla loro mistura risulta il bianco. 4. se un solo de' raggi non si va a raccogliere nel foco, il cerchietto non è nè bianco, nè rotondo perfettamente (361).

376. Se il bianco nasce dall' unione di tutt' i colori semplici nella naturale proporzione; si altera il bianco, se 1. si sottrae uno de' colori semplici, che ne sono gli elementi 2. si altera la naturale proporzione. Quindi il bianco alterato si riproduce, se 1. si rimette la naturale proporzione de' colori, quando son tutti 2. si aggiunge l' uno, o i più de' colori mancanti. L' uno, o il più de' colori mancanti, che si richieggono a rimettere il bianco, si dicono *colori complementari*. Unendo tutt' i colori meno il rosso si ha una tinta turchiniccia, alla quale unito il rosso rinasce il bianco. Quindi il rosso è il colore complementare. Da ciò siegue che 1. ogni colore, ha il suo complementare. Gli manca uno, o più degli elementi della luce bianca, e questi elementi mischiati sono il complementare del dato colore 2. vi sono infinite tinte diverse, che hanno l' istesso colore complementare, e infinite tinte complementari dello stesso colore. Il verde ha per complementare il violetto più, o meno rossiccio, e 'l giallo l' indaco più, o meno violaceo.

377. Il nero consiste nella privazione di tutt' i colori. Si ha dove non vi è luce, e perciò dove non vi sono colori. Quindi impropriamente tra' colori si mette il nero.

378. Ma se il nero non è colore, come lo vediamo? Come vediamo le ombre. I termini della luce, e de' colori, che lo circondano, lo fanno apprendere.

Art. 9.

Righe, ed acromatismo della luce

379. Lo spettro solare guardato debitamente apparisce nella sua lunghezza rigato di linee talora nere, o presso che tali, talora brillanti. Fraunhofer fu il primo ad osservare questo fenomeno, che va sotto il nome di *righe*.

380. La luce, che attraversa i prismi, e le lenti è sempre deviata, ma genera ne' fochi le immagini spesso con colori, e talvolta senza. Si dice *acromatismo* il fenomeno delle immagini senza colori, e le lenti, che danno simili immagini, si dicono *acromatiche*

381. *Fenomeni delle righe.* Le righe 1. non si veggono

ne' limiti de' colori, ma sono sparse dal rosso al violaceo senza regolarità 2. sono irregolari anche nell' apparenza. Alcune sono appena visibili, altre sembrano avere una lunghezza 3. non dipendono nè dall' angolo rifrattivo de' prismi, e delle lenti, nè dalla loro materia. In ogni caso sono le stesse per la giacitura, per. la forma, e pel numero 4. Sembrano dipendere dalla varia specie di luce. La luce elettrica genera righe brillanti, e la più intensa si trova nel verde: la luce delle fiamme comuni genera righe lucide, delle quali se ne distinguono tre verso il rosso, e l' arancio: la luce di Venere offre le righe come quelle del sole, ma a stento visibili verso l' estremo dello spettro: la luce di Sirio offre righe in tutto diverse da quelle del sole, tre delle quali si distinguono tra le altre, cioè una nel verde, e due nel blu. *Frauenhofer.*

382. I fenomeni delle righe sembrano dimostrare, che la luce non è sempre l' istessa, come lungo tempo si è creduto, ma è varia secondo la varietà de' fonti, donde deriva. Insistendo i Fisici sulle tracce di questa nuova scovèrta, si attendono nuove cognizioni sull' origine della luce.

383. Lungo tempo fu creduto, che la luce non può deviarsi senza colori, e quindi fu reputato impossibile l' *acromatismo.* Newton stesso non evitò questo errore.

384. Insorsero in seguito dispute sull' acromatismo tra i più valenti geometri, e si distinsero specialmente Eulero, Clairaut, e D' Alembert.

385. Hall. fin dal 1732. trovò il modo di costruire le lenti *acromatiche*, ma non pubblicò la sua scoverta. Dollond fece la stessa scoverta nel 1757, e la pubblicò.

386. Da quel tempo insigni matematici si sono occupati a sostenere col calcolo la scoverta pubblicata da Dollond, ma sembra, che la questione sull' acromatismo è tuttavia intralciata sì per la teoria, che per la pratica.

Art. 10.

Colori ne' corpi.

387. Dicendosi, che i colori consistono nelle modificazioni della luce, vuol intendersi, che la luce diversamente modificata cagiona diverse impressioni nell' organo della vista, donde dipendono le diverse sensazioni de' colori.

388. Le superficie de' corpi son tinte di diversi colori sì a luce rifratta, che a luce riflessa. Come ciò avviene? I corpi concorrono a modificar diversamente la luce, e quindi ad essere diversamente colorati.

389. Come concorrono i corpi a modificare diversamente la luce ? Rifrangendola, e riflettendola diversamente, le danno la diversa modificazione necessaria pe' diversi colori.

390. Quindi il corpo, che si vede a luce riflessa, o rifratta, e comparisce rosso, arancio, giallo ec., tal è, perchè, riflettendo, o rifragendo la luce, è capace di darle quella modificazione, che fa l' impressione del rosso, dell' arancio, del giallo etc. Dunque, quando si riflettono, o si rifrangono i raggi rossi, in preferenza degl' altri, i corpi compariscono rossi, e si veggono verdi, violacei etc., quando, in preferenza di altri raggi, si riflettono, o rifrangono i raggi verdi, violacei etc.

391. Sembra, che gli esperimenti del Sig. Deleval danno la pruova più evidente di questa verità. In un liquore rosso preparato con alcune specie di fiori egli immergeva succesivamente la punta di una penna tinta di un acido, e vedeva la gradazione de' colori dal rosso al violaceo: immergeva poi in questa soluzione la punta della penna tinta di un alcali, e vedeva la gradazione de' colori dal violaceo al rosso.

392. I corpi compariscono sotto uno de' colori derivativi, quando nel tempo stesso riflettono, o rifrangono i raggi tinti di quei colori primitivi, donde derivano.

393. Si veggono bianchi que' corpi, che riflettono, o rifrangono nel tempo stesso tutt' i raggi

394. Compariscono neri que' corpi, che ritengono la luce, e non ne riflettono, nè ne rifrangono i raggi

395. I colori de' corpi sono stabili, o cangianti. Pare, che i primi sono sufficientemente spiegati per la rifrazione, e riflessione, ed i secondi possono esserlo pe' fenomeni della diffrazione, dell' interferenza, e delle lamine sottili

396. L'esposta teoria de'colori fa intendere come 1. i corpi, che si veggono sì a luce rifratta, che a luce riflessa compariscono di diversi colori. Una laminetta di oro sottile comparisce gialla a luce riflessa, perchè riflette i raggi gialli, e comparisce verde a luce rifratta, perchè rifrange i verdi 2. alcuni corpi, compariscono di diversi colori a diversi punti di vista, come il collo di una colomba. Le piume del collo della colomba, come tanti prismi, sciolgono la luce in vari fili. Secondo che si muove o la colomba, o l' occhio, entrano nella pupilla or l' uno, or l' altro de' sette raggi, e le piume si veggono sotto il colore de' raggi diversi 3. alcuni corpi esposti alla luce cambiano, o perdono i loro colori. La resina di gagace, ch' è gialla, si fa verde al raggio violetto: il cloruro di argento, ch' è bianco, si annerisce esposto alla luce.

397. L' azione della luce sul cloruro di argento ha origi-

nata, la *Fotografia*, o l' arte di far disegnare alla luce stessa i vari oggetti illuminati dal sole. La Fotografia cominciò a coltivarsi nel 1802 da Wedowood. Davy giunse a copiare piccolissmi oggetti su carte intonacate di cloruro d' argento. I disegni si formano in chiaroscuri su carte chimicamente preparate in varie guise: simili carte si dicono *sensitive*.

398 Arago nel 1839 comunicò all' Accademia Francese, che per mezzo del *Dagherrotipo* si era riuscito ad ottenere copie esattissime delle immagini prodotte nella camera oscura.

399. Il Dagherrotipo, così detto dall' inventore Dagherre, è una specie di carta sensitiva. Ecco l'artificio dell' istrumento, di cui tanto si è parlato. 1 Una lastra di argento solidamente congiunta al rame, perfettamente brunita, e cinta di una cornice di metallo si espone in una cassettina all' evaporazione di iodio. 2. Quando la lastra ha acquistata una tinta aurea, senza esporsi alla luce, che l' annerirebbe, si situa nell' apparecchio detto *camera oscura* in modo, che su di essa debbono dipingersi gli oggetti esterni, de' quali si vuol trarre il disegno. 3. dopo pochi minuti, secondo la diversità della stagione, del clima etc. la lastra, che già contiene il disegno invisibile, sempre sottratta alla luce, inclinata di 45.° si espone in altro recipiente ad una massa di mercurio riscaldato a 75.° C. Il vapore del mercurio sviluppa in chiaroscuro il disegno invisibile, ma vi lascia qualche macchia gialla 4. la lastra prima si tuffa in una soluzione d' iposolfito di soda fredda, e poi nell' acqua distillata alla temperatura di circa 70.° C. La lastra di argento così trattata offre il disegno in chiaroscuro capace di resistere all' azione più viva del sole senza punto alterarsi.

Secondo Donne 1. il velo giallo, che covre la lamina è ioduro di argento, che si scompone all' azione della luce. 2. il vapore del mercurio attravversando il ioduro, secondo che lo trova più, o meno scomposto, lascia tinte più, o meno chiare 3. l' immersione nell' iposolfito di soda toglie il ioduro rimasto 4. l' immersione nell' acqua distillata toglie ogni traccia d' iposolfito.

Il Dagherrotipo ha ricevuto, e riceve nuovi perfezionamenti ogni giorno tendenti 1. a rendere le tinte più tenaci 2. ad imprimerle più presto. Sarà perfettissimo, quando giungerà a dar le tinte tutto simili a quelle degli oggetti.

400. Il Dagherrotipo che, offre senza dubbio un' invenzione brillante, trae origine dall' Italia, e specialmente da Napoli, Il Napoletano Giò: Battista della Porta scovrì il primo la camera ottica, e fin dal 1686 Marco Cellio nell' Accademia de' Lincei fece ingegnosi sperimenti, per provare un suo metodo nuovo per trarre disegni da raggi solari, e pubblicò poco dopo

una memoria col titolo. *Descrizione di un nuovo metodo di trasportare qualsiasi figura designata in carta mediante i raggi riflessi solari in altro foglio di carta da chicchesia, benchè non sappia di disegno.* Cellio applicò a questo ramo dell' arte pittorica la camera oscura, ma il metodo, e l' istrumento di Cellio rendono le immagini imperfette ne' contorni, e perciò da ritoccarsi da chi è pratico nel disegno. Dagherre profittò della conoscenza della camera oscura, e del potere del iodio, di cui a tempi di Porta, e di Cellio non si sospettava nemmen l'esistenza, e portò avanti l' invenzione già fatta.

401. Ma perchè i corpi riflettono, o rifrangono alcuni raggi piuttosto, che altri? perchè talvolta li riflettono, e li rifrangono tutti, e talvolta tutti li trattengono? Ciò può avvenire per la diversità 1. dell' attrazione, che i corpi hanno colla luce 2. della loro porosità 3. della densità, e doppiezza 4. della scabrosità della superficie etc.

402. La teoria de' colori secondo le idee di Newton non può concepirsi secondo Allix. Egli crede più conforme alla ragione, ed alla natura della luce il pensare, che i differenti colori de' corpi debbonsi attribuire ad una luce più, o meno intensa piuttosto, che a' suoi raggi divisi. Quindi conchiude, che 1. i colori de' corpi dipendono dalla maggiore, o minor quantità di luce, che in essi si trova 2. i corpi saturati di luce, come i metalli, e 'l diamante, la riflettono, e la rifrangono tutta, e con molto splendore 3. i corpi saturati di luce in parte, in parte ancora la riflettono, o la rifrangono 4. gli ossidi, gli acidi, e tutt' i loro composti, sono in questo ultimo caso, perchè per la combustione hanno perduta parte di luce. Allix conferma queste sue idee, osservando, che il colore de' corpi cangia secondo, che son esposti ad una luce più, o meno intensa. Nell' oscurità tutt' i corpi son neri, e quando dall' oscurità passano alla luce, i primi a distinguersi sono i bianchi, poi quelli, che ad essi si avvicinano, e successivamente gli altri sino agli azzurri, ed a' neri. *Teoria dell' universo c. 2. n. 15, e segg.*

CAP. III.

Catottrica

403. La *Catottrica* è la scienza, che considera la luce ne' corpi opachi, o illuminati, o sia la scienza, che tratta della luce riflessa. È così detta de *catoptron* specchio, e perciò da *cata* (contro), ed *optamai* (vedere), cioè vedere contro specchio.

Art. 1.

Nozioni generali sulla riflessione della luce

404. La *riflessione* della luce è il rimbalzo della medesima, cadendo sopra ostacoli invincibili, che le vietano il passaggio. Sono poi ostacoli invincibili tutt' i corpi opachi.

405. Si dice la superficie del corpo opaco, sopra la quale cade il raggio, e si riflette, *superficie riflettente* : il raggio, che cade, *raggio d' incidenza* : il punto, in cui cade, *punto d' incidenza*, o di *riflessione* : il raggio, che rimbalza, *raggio di riflessione*. Se sopra di AB (fig. 219.) cade il raggio CD, che riflette per DE ; sarà AB la superficie riflettente, CD il raggio d' incidenza, D il punto d' incidenza, o di riflessione, DE il raggio di riflessione.

406. Si dice *cateto d' incidenza* la perpendicolare calata dal raggio d'incidenza sulla superficie riflettente: *cateto di obliquazione* la perpendicolare innalzata sulla superficie stessa dal punto d' incidenza, o di riflessione, *cateto di riflessione* la perpendicolare calata sulla medesima superficie dal raggio di riflessione. Son cateti CM (fig. 129.) d' incidenza, DO di obliquazione, EN di riflessione.

407. Si dice l' angolo formato dal raggio d' incidenza colla superficie riflettente *angolo d' incidenza* : l' angolo formato dal raggio di riflessione colla medesima *angolo di riflessione* : l' angolo formato dal cateto di obliquazione col raggio d' incidenza *angolo d' inclinazione del raggio incidente*, o *angolo incidente*, e quello formato dal cateto di obliquazione col raggio riflesso, *angolo d' inclinazione del raggio riflesso*, o *angolo riflesso*. CDA (fig. 129.) è l' angolo d' incidenza, EDB di riflessione, DO d' inclinazione del raggio incidente, ODE d'inclinazione del raggio riflesso.

Art. 2.

Osservazione sulla riflessione della luce

408. Molte son le cose da osservarsi sulla riflessione della luce. Ecco le principali.

409. Un raggio di luce, che cade perpendicolarmente sopra una superficie riflettente, rimbalza, e torna indietro per la medesima direzione. Si vede per mezzo di uno specchio posto in una camera oscura.

410. Un raggio di luce, che cade obliquamente su di una superficie riflettente, rimbalzando, forma l'angolo d' incidenza

eguale a quello di riflessione. Si vede per lo specchio medesimo posto nella camera oscura.

411. Gli oggetti veduti a luce riflessa si veggono nella direzione de' raggi riflessi, e propriamente dove i raggi riflessi, s' incontrano col cateto d' incidenza. L' immagine veduta dietro lo specchio lo dimostra.

412. La polarità, che il Malus osservò nella luce rifratta, si manifesta benanche nella luce riflessa. La luce sulla superficie de' corpi è soggetta a due riflessioni, delle quali l' una sembra aver luogo fuori la sostanza de'corpi, l'altra nella sostanza de'medesimi. La prima agisce indistintamente su tutte le molecole luminose, e produce un raggio bianco, se la luce incidente è bianca. La seconda agisce sulle molecole luminose, che compongono la tinta propria del corpo. La prima sotto una certa incidenza polarizza sempre in gran parte la luce nella direzione del piano di riflessione, la seconda o non produce questo effetto, o lo produce meno sensibilmente. Separandosi l' una luce riflessa dall' altra, può mettersi a nudo il colore de' corpi.

413. I metalli modificano la luce riflessa, come i cristalli la rifratta, ma il modo, con cui si preparano le superficie metalliche, ha una grande influenza su i risultamenti.

414. I metalli col martello, o con lo stropiccio, diventano lustri. Però. 1. il lustro a martello dà molta bianchezza, e presenta le immagini un poco ondeggianti, e come smussate su i margini 2. il lustro a stropiccio dà la riflessione speculare, e presenta le immagini nette, e vive.

415. L' una, e l' altra politura non agiscono egualmente sulla luce incidente. Quando la superficie de'metalli ha ricevuto il lustro speculare 1. imprime ad una parte della luce incidente la polarità mobile intorno al piano d' incidenza, o sia fa oscillare le particelle dall' una, e dall' altra parte del piano, e le tinte passano per tutta la serie degli anelli riflessi, e trasmessi del Newton 2. imprime ad una porzione bianca della luce incidente la polarità fissa nel piano d' incidenza, e siccome in tutt' i corpi cristallizzati le molecole luminose passano progressivamente dalla polarità mobile alla fissa, quando son penetrate ad una certa profondità, così in ciascuna riflessione fra lamine metalliche una parte della luce, che avea subita la polarità mobile nelle precedenti riflessioni, prende la polarità fissa, che più non lascia, se le seguenti riflessioni si fanno nel piano istesso. In questo caso dopo un numero dato di riflessioni, che varia secondo la natura del metallo, e del lustro, che gli si è dato, trovasi tutta la luce stabilmente polarizzata lungo il piano di riflessione. *Biot. Trat. Elem. di Fis. Tom. v. c. 7.*

416. Molte son le conseguenze dell' esposte osservazioni. Ecco le più interessanti.

417. La riflessione della luce si fa colla stessa legge, che quella degli altri corpi. Si fa in modo, che sempre l' angolo d' incidenza è eguale a quello di riflessione (409 seg.).

418. La riflessione della luce si fa reciprocamente pe' medesimi raggi. L' angolo d' incidenza è eguale a quello di riflessione (410).

419. Nella riflessione si accresce, o diminuisce l' angolo di riflessione secondo, che cresce, o diminuisce quello d' incidenza. L' uno, e l'altro debbono essere eguali (409).

420. Quindi nella riflessione gli angoli d' inclinazione sì del raggio incidente, che del riflesso son sempre eguali. Essendo eguali gli angoli d' incidenza, e di riflessione, debbono esserlo ancor essi, come compimenti al retto.

I due angoli (fig. 129.) ODA, ODB sono eguali, perchè formati dal cateto di obliquazioni, e perciò retti. I due angoli CDA, EDB sono eguali, perchè l' uno d' incidenza, e l'altro di riflessione. Dunque i due angoli ODC, ODE, debbono essere eguali, perchè ciascuno è compimento al retto.

421. Per la riflessione gli oggetti non si veggono nel luogo, in cui sono. Si veggono nella direzione de' raggi riflessi, e dove questi s' incontrano col cateto d' incidenza (414).

Art. 3.

Specchi, e cammino della luce su di essi.

422. Si dice *specchio* ogni corpo capace di riflettere ordinatamente i raggi di luce.

423. Lo specchio, che sul dirsi *riflessore*, per esser perfetto, dee riflettere la luce 1. ordinatamente 2. tutta. Quindi gli specchi più perfetti sono i metallici. Gli specchi di vetro, o di cristallo diventano tali per l' amalgama posta nell' altra faccia, che obbliga la luce a tornare indietro. Simili specchi danno due riflessioni, delle quali una parte della superficie esterna, l' altra dell' interna. Lambert fu il primo a conoscere, che la luce riflessa dalla seconda superficie è più di quella riflessa dalla prima; e Arago è stato il primo a ravvisare, che le due quantità di luce riflessa dalle due superficie nella medesima sostanza sono in rapporto costante.

424. Lo specchio è *piano*, *concavo*, o *convesso*, secondo che ha la superficie piana, concava, o convessa.

425. La luce, benchè riflette sempre colla medesima legge

(410); prende vario cammino per la varia superficie degli specchi.

426. I raggi, che cadono paralleli sugli specchi piani, riflettono paralleli. L'angolo d'incidenza dev' uguagliar quello di riflessione.

Cadano sullo specchio piano (fig. 130.) AB I raggi paralleli Cn, Dm. Dovendo essere gli angoli d'incidenza eguali a quelli di riflessione, sarà $CnA = EnB$, $DmA = FmB$. Ma i due angoli CnA, DmA sono eguali per le parallele Cn, Dm. Dunque sono eguali ancora i due angoli EnB, FmB, de' quali essendo l'uno interno opposto, l'altro esterno, le due rette En, Fm. son parallele.

427. I raggi, che cadono paralleli all'asse sulla superficie di uno specchio concavo, riflettono in modo da incontrarsi coll' asse in un punto medio tra 'l polo, e 'l centro. L'angolo d'incidenza dev' essere eguale a quello di riflessione.

Sulla superficie concava (fig. 131.) MNO cada il raggio DE parallelo all'asse AB. Il raggio AB, perchè perpendicolare, rifletterà per BA. Tirata dal centro A la perpendicolare AE, si faccia in E l'angolo FEA di riflessione eguale all'angolo AED d'incidenza. Il raggio riflesso sarà EF, il quale incontra l'asse in F, punto tra 'l polo B, e 'l centro A.

428. I raggi, che cadono paralleli, e vicini all'asse sulla superficie di uno specchio concavo, riflettono in modo da incontrarsi coll' asse in un punto, ch'è tra 'l polo, e 'l centro in distanza della quarta parte del diametro. Le rette tirate dal punto d'incontro coll' asse a due punti d'incidenza debbono considerarsi eguali, perchè l'arco intercettato tra i due punti è evanescente, e quasi nullo.

Cada sulla superficie (fig. 131.) MNO il raggio CN parallelo, e vicino all'asse AB. Il raggio AB salirà per AB, perchè perpendicolare. Quindi, essendo $FB = FN$, perchè raggi prossimi, ed essendo $FB = FA$ per ipotesi, sarà $FN = FA$. Dunque il triangolo EAN è isoscele, e perciò l'angolo $FAN = FNA$. Ma è l'angolo $FAN = ANC$ per le parallele AF, CN. Dunque sarà l'angolo $ANC = ANF$, e perciò, essendo l'angolo ANC d'incidenza, sarà ANF l'angolo di riflessione, e quindi NF il raggio riflesso, e 'l punto F, quarta parte del diametro, sarà il punto d'incontro.

429. I raggi, che cadono divergenti sulla superficie di uno specchio concavo dalla quarta parte del diametro, riflettono paralleli. La riflessione reciproca si fa pe' medesimi raggi (410).

I raggi paralleli (fig. 131.) AB, AN, DE dopo la riflessione si raccolgono in F. Dunque cadendo da F per FB, FN, FE, saliranno paralleli per BA, NC, ED.

430. I raggi, che cadono paralleli all' asse sulla superficie di uno specchio sferico convesso, rimbalzeranno in modo da incontrar l'asse prolungato dietro lo specchio. Dovendo esser l' angolo di riflessione eguale a quello d' incidenza (410), debbono divergere i raggi innanzi allo specchio, e perciò convergere dietro, ed incontrar l' asse.

Sulla superficie dello specchio convesso (fig. 131.) MBN cada il raggio AC parallelo all' asse EC. Il raggio EB, perchè perpendicolare, risalirà per BE, e il raggio AC, dovendo far l' angolo d' incidenza ABE eguale a quello di riflessione, fatto in C l' angolo ABD = ACE, DC indicherà il sentiere del raggio riflesso. Or CD, BE sono divergenti innanzi allo specchio. Dunque convergono dietro allo stesso, e perciò s' incontrano coll' asse in F.

431. I raggi, che cadono paralleli, e vicini all' asse sullo specchio sferico convesso, riflettono divergenti in modo da unirsi dietro lo specchio coll' asse in distanza della quarta parte del diametro. Le rette tirate dal punto d' incontro coll' asse ai due punti d' incidenza debbono considerarsi eguali, perchè l' arco intercettato tra i due punti è evanescente, e quasi nullo.

Cada il raggio (fig. 132.) AC parallelo, e vicino all' asse EB sullo specchio sferico convesso MBN. Dal centro O si tiri al punto d' incidenza il cateto OCX, e si tiri FCD. Sarà DC il raggio riflesso, se AC è l' incidente. Per ipotesi FO = FB. Ma FB = FC, perchè raggi prossimi. Dunque CF = FO. Dunque nel triangolo isoscele CFO l' angolo FCO = FOC. Ma per le parallele BO, AC l' angolo FOC = ACX, per essere l' uno interno, l' altro esteriore opposto, e l' angolo DGX = OCF, per essere verticali. Dunque ACX = XCD, e perciò etc.

432. I raggi, che cadono convergenti sullo specchio sferico convesso in modo, che prolungati dietro lo specchio anderebbero ad unirsi coll' asse in distanza della quarta parte del diametro, riflettono paralleli. La riflessione reciproca si fa pei medesimi raggi (410).

433. Dalle cose dette si deducono varie conseguenze. Ecco le principali.

434. Gli specchi piani non alterano il cammin della luce. I raggi paralleli ne rimbalzano paralleli (426).

435. Quindi i raggi divergenti, o convergenti, rimbalzano con quella divergenza, o convergenza, con cui son caduti.

436. È proprietà degli specchi concavi di convergere la luce. I raggi paralleli ne rimbalzano convergenti all' asse (427).

437. Quindi i raggi convergenti ne rimbalzano più convergenti, i divergenti, men divergenti, i paralleli più che paralleli.

438. I raggi, che cadono divergenti dal punto d' incontro coll' asse, montano paralleli. Dunque quelli, che cadono da un punto più distante, rimbalzano più, che paralleli, e quelli, che cadono da un punto più vicino, ne rimbalzano meno, che paralleli.

439. Gli specchi concavi hanno un foco reale. I raggi, che vi cadono paralleli, s' incontrano coll' asse (427).

440. Quindi 1. gli specchi concavi hanno la proprietà di concentrar la luce 2. i raggi, che cadono dal foco, resiliscono paralleli. 3. i raggi, che cadono da una distanza maggiore della focale, ne resiliscono convergenti, 4. i raggi, che cadono da una distanza minore della focale, ne rimbalzano divergenti.

441. Gli specchi concavi possono divenir caustici, o ustori. Hanno un foco reale (439).

442. Il foco degli specchi sferici ustori è nella distanza della quarta parte del diametro. Là s' incontrano coll' asse i raggi rimbalzati (428).

443. Quindi gli specchi ustori bruciano i corpi in una distanza tanto maggiore, quanto sono più ampi.

444. Sembra impossibile, che per mezzo degli specchi concavi ustori avessero potuto bruciare Archimede la flotta di Marcello sotto Siracusa, Proclo quella di Vitagliano sotto Bizanzio. Come formare specchi sì grandi, che avessero il foco in distanza almeno di 30. passi? Il racconto istorico sull' incendio delle due flotte non è perciò favoloso. Archimede, e Proclo poterono servirsi di specchi piani disposti per cerniere in modo da formare un foco comune. Che Archimede abbia così fatto, lo ricaviamo dall' istorico Tzeze: che possa farsi, lo deduciamo del fatto. Buffon nel 1747. con un sistema di 168 simili specchi piani, a' quali dava una forma più, o meno concava, e perciò portava il foco a diverse distanze, bruciò il legno nella distanza di piedi 200, lo stagno nella distanza di 150, il piombo nella distanza di 140.

445. È proprietà degli specchi convessi di disperger la luce. I raggi, che vi cadono paralleli, ne son rimbalzati divergenti (430).

446. Quindi i raggi divergenti dagli specchi convessi, ne son riflessi più divergenti, i convergenti meno convergenti.

447. Gli specchi convessi hanno un foco immaginario nella parte opposta. Rimbalzano divergenti i raggi paralleli (430), e perciò tali da incontrarsi coll' asse nella parte opposta.

Art. 4.

Immagini degli oggetti per gli specchi.

448. L' oggetto posto innanzi allo specchio piano rappresenta la sua immagine dietro lo specchio. I raggi da esso cadono divergenti sullo specchio, e perciò, montando ancor divergenti, andranno ad unirsi col cateto d' incidenza dietro lo specchio.

I raggi (fig. 133.) AB, AM, AN, che cadono divergenti dal punto A sullo specchio piano BD, monteranno ancor divergenti per BA, ME, NX. Quindi protratti dietro lo specchio per BC, MC, NC, si anderanno ad unire in C col cateto d' incidenza ABC.

449. La distanza dell' immagine dietro lo specchio piano pareggia quella dell' oggetto innanzi allo specchio. Montando i raggi con quella divergenza, con cui son caduti, si andranno ad unire dietro lo specchio col cateto d' incidenza nella stessa distanza dell' oggetto.

I due triangoli (fig. 133.) ABM, CBM hanno gli angoli ABM, CBM eguali, ed eguali ancora gli angoli AMB, CMB, perchè l' angolo incidente ABM è eguale al riflesso EMD, che dev' essere eguale all' angolo verticale CBM: hanno poi BM di comune. Dunque avranno tutto eguale, e perciò sarà AC = BC.

450. L' immagine dell' oggetto posto innanzi allo specchio piano comparisce dietro lo specchio simile, ed eguale all' oggetto. Comparisce 1. simile, perchè i raggi non alterano il loro rapporto, 2. eguale, perchè si dipinge dietro lo specchio nella distanza; in cui è l' oggetto innanzi al medesimo (449). Quindi s' intende, perchè l' immagine 1. dietro lo specchio è rivolta all' oggetto 2. si fa più, o meno vicina allo specchio secondo, che l' oggetto si avvicina, o si allontana.

451 L' oggetto posto nel foco di uno specchio concavo non dà immagine. I raggi ne riflettono paralleli (429)

552. L' oggetto posto sotto del foco dello specchio concavo forma l' immagine dietro lo specchio. Cadendovi i raggi con una divergenza maggiore della focale, risaliranno divergenti, e perciò tali, da incontrarsi dietro lo specchio.

Posto l' oggetto (fig. 134.) AB sotto del foco F, i raggi, che partono da B, cioè *Bc*, *Bd*, *Be* salgono divergenti per *cm*, *dn*, *eo*, e tirati innanzi dietro lo specchio vanno ad incontrarsi in B. Similmente i raggi, che partono da A, cioè *Ap*, *Aq*, *Ar*, salgono divergenti per *ps* *qt*, *ru*, e tirati innanzi dietro lo specchio vanno ad incontrarsi in A. Avvenendo

l'istesso a' raggi, che partono da tutti gli altri punti, si avrà dietro lo specchio l'immagine AB.

453. L'immagine dell'oggetto posto sotto il foco dello specchio concavo comparisce dietro lo specchio in una distanza tanto minore, quando è più vicino l'oggetto allo specchio. Quando l'oggetto è più vicino allo specchio, i raggi resiliscono più divergenti innanzi allo specchio, e perciò si vanno ad unire più presto dietro lo specchio.

454. La grandezza dell'immagine dell'oggetto posto sotto il foco dello specchio concavo comparisce dietro lo specchio sempre maggiore dell'oggetto. I raggi riflettono sempre meno divergenti di quel, che cadono, e perciò si andranno ad unire dietro lo specchio in una distanza sempre maggiore di quella dell'oggetto.

455. La grandezza dell'oggetto posto sotto del foco dello specchio concavo è tanto minore, quanto l'oggetto si fa più vicino. Allora l'immagine sarà meno distante.

456. La grandezza lineare dell'oggetto vien' espressa per la base dell'angolo verticale a quello, che ha per base l'oggetto. Or di un angolo la base è minore, quando i lati sono più corti, e tali sono, quando la distanza dell'immagine è minore. Dunque ec.

457. L'immagine dell'oggetto posto innanzi allo specchio concavo sotto il foco comparisce dritta, i raggi non si frastagliano.

I raggi, che partono da A (fig. 134), e battono in p. q, r, si raccoglierebbero dietro lo specchio in A. Quelli, che partono da B, e cadono in c, d, e, si raccoglierebbero in B. Dunque, non essendovi frastagliamento, non v'è immagine rovesciata.

458. L'oggetto posto sopra il foco dello specchio concavo forma l'immagine pendente in aria innanzi allo specchio. I raggi, partendo da una distanza maggiore della focale, cadono con minor divergenza, e perciò, riflettendo più, che paralleli, si vanno ad unire innanzi allo specchio.

Sia lo specchio concavo MNO, il foco del quale sia F. Si metta (fig. 135.) l'oggetto AB sopra del foco F, dello specchio MNO. I raggi, che partono da A, e cadono per Ac, Ad, Ae, riflettono più, che paralleli, e vanno ad unirsi in a. I raggi, che partono da B per Bf, Bg, Bh, riflettono più che paralleli, e vanno ad unirsi in b. Quindi si avrà in aria pendente ba immagine dell'oggetto.

459. L'immagine pendente in aria dell'oggetto posto sopra il foco dello specchio concavo comparisce rovesciata. I raggi riflessi, nell'andarsi ad incontrare, si frastagliano.

I raggi, che partono da B (fig. 135.), riflessi, vanno ad unirsi in h, quelli, che partono da A, riflessi, s' incontrano in a. Or i raggi bf, bg, bh, si frastagliano con i raggi ac, ad ae. Dunque ec.

460. L' immagine pendente in aria dell' oggetto posto sopra il foco dello specchio concavo comparisce innanzi allo specchio sempre in una distanza minore dell' oggetto. Dipende dalla proprietà degli specchi concavi di convergere i raggi.

461. L' immagine pendente in aria dall' oggetto posto sopra il foco dello specchio concavo è più vicina allo specchio a proporzione, che l' oggetto n' è più distante. Quanto l' oggetto è più distante, i raggi, cadendo meno divergenti, riflettono più convergenti, e perciò si vanno ad unire più presto.

462. La grandezza dell'immagine pendente in aria dell'oggetto posto sopra il foco dello specchio concavo, è sempre minore di quella dell' oggetto. La distanza dell' immagine è sempre minore di quella dell' oggetto (460).

463. La grandezza dell'immagine pendente in aria dell'oggetto posto sopra il foco dello specchio concavo è minore a proporzione, che l' oggetto si mette più distante dallo specchio. L' immagine comparisce più vicina allo specchio (461), e perciò più piccola.

464. L'oggetto posto innanzi allo specchio convesso forma l' immagine dietro lo specchio. I raggi rimbalzeranno divergenti, e perciò tali da incontrarsi dietro lo specchio.

Innanzi allo specchio convesso (fig. 136.) MN, sia posto l' oggetto AB. I raggi, che partono da A per Ac Ad Ae, riflessi per cr, dr, et, si vanno ad unire dietro lo specchio in a: i raggi, che partono da B per Bf, Bg, Bh, riflessi per fu, gx, hz, s' incontrano dietro lo specchio in b. Quindi si avrà dietro lo specchio l' immagine ab.

465. L' immagine dell' oggetto posto innanzi allo specchio convesso comparisce dietro lo specchio dritta. I raggi, che vanno a formarla, non si frastagliano.

I raggi, che partono da A (fig. 136.), riflettendo per cr, ds, et, s' incontrano in a, e quelli, che partono da B, riflettendo per fu, gx, hz, s' incontrano in b.

466. L' immagine dell' oggetto dietro lo specchio convesso comparisce sempre in una distanza minore dell'oggetto. Gli specchi convessi divergono i raggi, che perciò, son più convergenti dietro lo specchio.

467. La distanza dell' immagine dietro lo specchio convesso si fa minore a proporzione, che si fa minore quella dell'oggetto. Quanto è minore la distanza dell' oggetto, i raggi resi-

liscono più divergenti, e perciò son più convergenti dietro lo specchio, e vanno ad unirsi più presto.

468. La grandezza dell' immagine dietro lo specchio convesso è sempre minore di quella dell' oggetto. La distanza dell' immagine dietro lo specchio è sempre minore di quella dell' oggetto innanzi al medesimo (466).

469. La grandezza dell' immagine dietro lo specchio convesso si fa minore a proporzione, che l' oggetto più si avvicina allo specchio. A proporzione, che l'oggetto più si avvicina allo specchio, comparisce meno distante (467).

470. Suol farsi uso degli specchi 1. concavi, per ingrandire i piccoli oggetti 2. convessi, per impiccolire i grandi oggetti 3. piani, per copiare le immagini perfettamente simili agli oggetti. Un pittore, secondo il bisogno, può servirsi di specchi, per esprimere le sue immagini.

471. Degli specchi piani suol farsi uso benanche, per misurare le altezze accessibili. Tal misura dipende dalla soluzione di un problema di Catottrica.

472. *Prob. Dato il punto raggiante* A (fig. 137.), *e la posizione dell' occhio in* C, *ritrovare il punto di riflessione* D.

473. *Sol.* Da punti A. C., si abbassino i cateti d' incidenza, e di riflessione AG, CE. Sarà AG + CE : CE = GE : ED.

474. D. I due angoli AGD, CED sono retti, e perciò eguali: i due angoli ADG, DCE sono eguali, perchè l' uno d' incidenza, e l' altro di riflessione. Dunque i due triangoli DAC, DCE sono equiangoli, e perciò simili. Quindi sarà AG : EC = EC : ED.

475. Quindi, volendosi misurar l' altezza accessibile AG, si metta uno specchio piano in D, e lo spettatore si avvicini, e si allontani dallo specchio, finchè avendo l' occhio in C; vegga in esso la punta A dell' altezza, che vuol misurare. Si determini CE, distanza dell' occhio dall' orizzonte, DE, distanza dello spettatore dal punto di riflessione D, e GD distanza dell' altezza accessibile dal punto stesso. Sarà per la somiglianza de' triangoli GD : DE = CE : y, altezza richiesta, e perciò

$$y = \frac{DE \times CE}{GD}$$

DISSERTAZIONE XIV.

ASTRONOMIA.

476. L' *Astronomia* è la scienza, che tratta degli astri, calcolandone i movimenti, e sviluppandone i fenomeni.

477. Ecco il vero scopo dell' Astronomia, giacchè l' influsso degli astri, come si è preteso, e si pretende tuttavia da taluni, non merita di occupare un saggio Fisico.

478. L' influsso degli astri trasse origine dal volgo, da che gli uomini rozzi cominciarono a smuovere la terra, ed a coltivarla, a piantar alberi, a nudrirsi di carni, e pesci, ed a soffrir varie malattie. Da tutti questi fonti si traggono gli argomenti dell' influsso da coloro, che lo sostengono.

479. L' opinione dell' influsso dal volgo s' insinuò presso i dotti, le sette de' Filosofi, e le scuole de' medici. Quindi nacque *l' Astrologia giudiziaria*, e la *Magia*, e quindi gli *Oroscopi*, le osservazioni degl' astri nel concepimento, e nel nascere degli uomini, le predizioni di vita, o morte, di fortune, o disastri, e la maniera di medicare a norma delle osservazioni delle fasi lunari.

480. Hanno sostenuto l' influsso degli astri Aristotele con i Peripatetici, i fautori delle qualità occulte, Plinio, Cicerone, Aulo Gellio, gli Stoici, gli Alchimisti, gli Astrologi, molti medici, come Ippocrate, e Galeno, Teofrasto, Palladio, Columella, e quasi tutti gli scrittori delle cose rustiche.

481. Da che la Fisica cominciò a trattarsi per via di fatti, e l' Agricoltura fu ridotta ad una scienza, l' influsso degli astri fu preso a scherno da' Fisici egualmente, che da' medici, e posto nel numero delle favolette del volgo.

482. Tra' moderni, che hanno trattato questo argomento, si sono distinti Rohanlt *Phys. p. 2. 2. c. 27*, e Mead *De imperio solis, e lunae*. Il primo dietro 25. anni di osservazioni, niente conformi all' opinione dell' influsso, ne ha confutata la dottrina, il secondo si è ingegnato a sostenerla.

483. Son *astri* tutt' i corpi, che splendono in cielo, come il *Sole*, le *stelle fisse*, i *pianeti*, e i *cometi*.

CAP. I.

Sfera mondana

484. La *sfera mondana* è quel globo celeste ornato di varî astri, che cinge intorno la terra. Dallo spettatore se ne vede la metà.

485. Sulla sfera mondana son osservabili varî punti, varie linee, e varî cerchi. Tutto si rappresenta nella *sfera armillare* così detta da' varî cerchi, di cui costa. Diodoro Siculo ne attribuisce l'invenzione ad Atlante, donde nacque la favola, ch' egli sostiene il cielo cogli omeri: altri ad Anassimandro Milesio, secondo Laerzio *Vita Anaximandri*, ed altri ad Archimede, riferendo Tullio, *cum plus valuisse in imitandis sphaerae conversionibus, quam naturum in efficiendis. De Nat, Deor. lib.* 2. *c.* 35.; poichè *lunae, solis, quinque errantium molibus in sphaeram alligatis, effecit idem, quod ille, qui in Timaeo mundum aedificavit, Platonis Deus, ut tarditate, et celeritate dissimillimos motus una regeret conversio. Quaest. Tusc. lib.* 1. *c.* 25.

486. I punti sono il *polo artico*. e *l' antartico*, lo *zenit*, e *'l nadir*. Le linee son *l'asse*, e la *linea dello zenit*, e *nadir*. I cerchi principali son dieci, sei detti *massimi*, perchè dividono la sfera in due emisferi, cioè *l' orizzonte*, il *meridiano*, l' *equatore*, lo *zodiaco*, *i due coluri*, e quattro detti *minori*, perchè dividono la sfera in parti disuguali, cioè i due *tropici*, e i due *polari*.

487. I *poli* della sfera mondana son que' due punti immobili, diametralmente opposti nella sua superficie, intorno a' quali si aggira la sfera. L' uno è detto *artico* dal greco *arctos*, costellazione detta *orsa* da' latini, l'altro è detto *antartico*, perchè gli è opposto.

488. *Zenit*, e *nadir* sono due punti della sfera mondana diametralmente opposti, de' quali l' uno corrisponde alla testa dello spettatore, l'altro a' suoi piedi.

489. L' *asse* è uno de' diametri della sfera mondana, che tocca cogli estremi i due poli.

490. *La linea dello zenit*, e *nadir* è uno de'diametri della sfera, che tocca cogli estremi lo zenit, e l' nadir.

491. L' *orizzonte*, o *cerchio limitatore*, è quel cerchio massimo, che divide la sfera in due emisferi, de' quali l' uno è illuminato, l' altro ottenebrato. I punti cardinali discernibili sull' orizzonte son l' *oriente*, l' *occidente*, il *settentrione*, e 'l *mezzogiorno*.

492. L' orizzonte suol dividersi in *razionale* , e *sensibile* : l' uno divide la sfera in due emisferi , ed è un cerchio massimo, che s' intende passare pel centro della terra : l'altro divide la parte a noi visibile dall' invisibil e , ed è un cerchio minore parallelo all' orizzonte razionale.

593. Come infiniti sono i punti , che possono concepirsi sulla superficie di una sfera, e quindi iufinite sono le divisioni, che se ne possono fare in dne emisferi, ogni osservatore sulla terra ha il suo particolare orizzonte.

494. L' orizzonte serve 1. a dividere la parte visibile del cielo dell' invisibile 2. a determinare il nascere, e 'l tramontare degl' astri. 3. a fissar la durata del giorno , e delle notte. 4. a presentare un termine di misura dell' altezza degli astri, che si dicono più , o meno alti , secondo che sono più , o meno elevati sull' orizzonte.

495. Il *meridiano* è un cerchio massimo, che, passa pe'poli, e taglia l' orizzonte ad angoli retti.

496. Quiudi nasce la *linea meridiana* , o sia là sezione del piano meridiano, che passa per lo spettatore , coll' orizzonte. L' uso di questa linea è insigne nell' Astronomia, nella Geografia , e nella Gnomonica.

497. Si trova la linea meridiana , innalzando da un dato punto nel piano orizzontale la perpendicolare , o sia lo *gnomone*, intorno alla cui radice, come centro , si descrive la circonferenza di uu cerchio , nella quale si nota un punto, che tocca l'apice dell'ombra prima del mezzogiorno. Si nota similmente un punto nella stessa periferia , che tocca l' apice dell' ombra dopo il mezzogiorno. L' arco della circonferenza tra questi due punti si divide in due parti eguali, e pel punto della divisione, e 'l centro del cerchio si tira una retta : questa sarà la meridiana. Infatti, toccando l' ombra dell' apice la circonferenza prima , e dopo del mezzogiorno , il sole ne' tempi stessi egualmente dista dal meridiano. Dunque la linea tirata pel centro del cerchio , e 'l punto medio dev'essere nel piano meridiano : ma è benanche nell' orizzonte. Dunque è la comnne sezione de' due piani. In tutto l' anno, quando l' ombra dello gnomone è nella meridiana , si ha il mezzogiorno.

498. Serve il meridiano 1. a dividere l' emisfero orientale dall' occidentale 2. ad indicar l' altezza massima degli astri sull' orizzonte, poichè un astro ha la massima altezza sopra un dato orizzonte , quando tocca il meridiano del medesimo 3. a segnare in tutto l' anno il punto del mezzogiorno, e della mezza notte , poichè è mezzo giorno per un dato luogo , quando il sole giunge al meridiano del medesimo, ed è mezza notte, quando si trova nel punto opposto.

499. L'*equatore*, detto *linea equinoziale*, o *linea*, è un cerchio massimo, che, riconosce per poli i poli stessi della sfera mondana.

500. La posizione dell'equatore è indicata dalle stelle, che nel moto giornaliero si trattengono 12. ore sull'orizzonte.

501. L'equatore 1. divide l'emisfero boreale dall'australe 2. è il termine di misura delle declinazioni degli astri, poichè la declinazione di un astro è la distanza del medesimo dall'equatore verso l'uno, o l'altra de' poli. 3. indica l'eguaglianza de' giorni, e delle notti, giacchè, quando il sole si trova in quel segno, che corrisponde all'equatore, i giorni, e le notti sono eguali 4. secondo ch'è perpendicolare, obliquo, o parallelo all'orizzonte, segna la sfera *retta*, *obliqua*, o *parallela*.

502. Lo *zodiaco* è un'ampia fascia, che cinge obliquamente l'equatore, ed è terminata da due cerchi paralleli. È così detto dal greco *zodion*, *animale*, perchè contiene le costellazioni, alle quali o per la somiglianza, che hanno colla forma di alcuni animali, o per l'influenza creduta sulla loro produzione, si è dato il nome de' medesimi.

503. La larghezza dello zodiaco è divisa per mezzo dall'*ecclittica*, ch'è un cerchio massimo, il quale taglia l'equatore colla stessa obliquità dello zodiaco. È così detta, perchè sotto di essa succedono l'ecclissi del sole, e della luna.

504. La fascia dello zodiaco, ch'è ristretta tra' tropici, rappresenta una zona larga 46.° 56. L'ecclittica, che la taglia per mezzo, dista da ciascuno de' tropici per 23° 28.

505. La lunghezza dello zodiaco è divisa in dodici parti di 30. gradi l'una, alle quali corrispondono le dodici costellazioni dette *segni dello zodiaco*, comprese ne' versi

Sunt Aries, Taurus, Gemini, Cancer, Leo, Virgo,
Libraque, Scorpius, Arcitenens, Caper, Amphora, Pisces.

506. Se lo zodiaco, e l'ecclittica tagliano obliquamente l'equatore; i poli loro son diversi da' poli dell'equatore, e del mondo. Quindi nasce l'*obliquità* dell' *ecclittica*.

507. Gli astronomi si antichi, che moderni, hanno variamente osservata l'obliquità dell'ecclittica ne' tempi diversi. È stata detta da Pitea di 23.° 52'. 41", da Eratostene, da Ipparco, e da Ptolomeo di 23.° 51'. 20", da Copernico di 23.° 28'. 30", da Ticone di 23.° 30'. 22", da Keplero di 23.° 30'. 3", da Gassendo di 23.° 31', da Ricciolio, e da Evelio di 23.° 30'. e 20". Quindi è sorta l'idea dell'obliquità dell'ecclittica variabile, come aveano pensato gli Egiziani, secondo Erodoto, per tradizione de' quali sapeasi, che l'ecclittica un tempo era stata perpendicolare al circolo equinoziale.

508. Quindi l'obliquità dell'ecclittica variabile 1. va minorando, 2. scema pressocchè di 1'. 18" per ogni secolo.

509. L'ecclittica 1. misura il movimento periodico degli astri, e specialmente quello, che si vede del sole 2. segna l'ecclissi del sole, e della luna 3. è causa dell'ineguaglianza de' giorni, e delle notti 4. determina la varietà delle stagioni 5. numera le longitudini degli astri, giacchè la longitudine di un astro è l'arco dell'ecclittica computato dal principio dell'ariete secondo l'ordine de' segni 6. è il termine di misura della latitudine de' medesimi, giacchè la latitudine di un astro uguaglia l'arco di un cerchio tirato pel centro dell'astro, e poli dell'ecclittica.

510. Le longitudini son indicate a chiunque dal moto diurno apparente del sole. Se in ore 24. fa il giro intorno alla terra, passa per tutt' i meridiani, e vi reca successivamente il mezzo giorno, percorrendo 15.° per ora. Quindi i paesi, che sono più occidentali di 15.° hanno il mezzo giorno un'ora più tardi. Da ciò s'intende, perchè guadagnano un giorno que', che fanno il giro della terra da occidente in oriente, e lo perdono que' che lo fanno da oriente in occidente.

511. La latitudine 1. si conta in gradi sul meridiano, e dicesi *boreale*, o *australe*, secondo appartiene all'emisfero settentrionale, o meridionale. 2. determina le posizioni de'luoghi relativamente all'equatore. 3. de'vari luoghi si conosce per l'altezza del polo.

512. I *coluri* son due cerchi massimi, che, passando pe' poli del mondo, si tagliano ad angoli retti, e dividono sì l'equatore, che l'ecclittica in parti eguali.

513. Si chiama *coluro degli equinozii* quello, che passa pe' due punti dello zodiaco, che segnano gli equinozî, e *coluro de' solstizii* quello, che passa pe' due punti dello zodiaco, che segnano i solstizî. L'uno tocca lo zodiaco nell'*ariete*, e nella *libbra*, l'altro nel *cancro*, e nel *capricorno*.

514. I coluri determinano 1. i quattro punti cardinali dello zodiaco, che son l'*ariete*, e la *libbra*, il *cancro*, e'l *capricorno* 2. il principio delle stagioni, poichè la *primavera* comincia dall'ariete, l'*està* dal cancro, l'*autunno* dalla libbra, l'*inverno* dal capricorno, 3. l'eguaglianza del giorno, e della notte, il giorno più lungo, e la notte più lunga. 4. i segni *boreali*, ed *australi*, *ascendenti* e *discendenti* 5. i segni dello zodiaco, che per noi nascono *retti*, e gli *obliqui*. 6 la massima declinazione del sole dall'equatore.

515. I *tropici* son due cerchi minori paralleli all'equatore, e da esso distanti per l'obliquità dell'ecclittica. Si dicono così

dal greco *trope*, *ritorno*, perchè il sole nella sua declinazione giunto ad essi ritorna indietro.

516. Si dice *tropico di cancro* quello, che passa pel segno di cancro, e *tropico di capricorno* quello, che passa pel capricorno.

517. I tropici segnano 1. la via del sole 2. il massimo, e 'l minimo giorno nell' orizzonte obbliquo.

518. I *polari* son due cerchi minori paralleli a' tropici, descritti sulla sfera da' poli dell' ecclittica.

519. Il *polare artico* è tra 'l tropico, e 'l polo artico, e 'l *polare antartico* è tra 'l tropico, e 'l polo antartico.

520. I polari son tanto distanti da' poli, quanto i tropici dall' equatore, cioè 23°. 28.

CAP. II.

Osservazioni celesti.

521. Da qualunque punto della superficie terrestre si guarda la sfera mondana, se ne vede una metà. Sei segni dello zodiaco si veggono sull' orizzonte, e sei non si veggono.

522. La sfera mondana tra 24. ore comparisce rivolgersi intorno al proprio asse da oriente in occidente. In questo tempo gli astri nascono, tramontano, e tornano a nascere.

523. Nel moto della sfera mondana i due poli si veggono in quiete, ma diversamente visibili. La costellazione detta *orsa minore* nella regione boreale non tramonta giammai. Ella nello spazio di ore 24. percorre sull' orizzonte un picciolo cerchio, e la più alta delle stelle, che la compongono, detta *polare*, si muove in un cerchio così limitato, che sembra immobile. Gli abitatori della sfera retta veggono amb' i poli radere l' orizzonte, quelli dell' obliqua, secondo l' obliquità, in cui sono, ne veggono un solo più, o meno elevato: quelli della parallela ne veggono un solo sul loro zenit.

524. Il sole si vede muovere per l' ecclittica, corrispondendo sempre ad uno de' segni dello zodiaco, cominciando dall' *ariete* sino a' *pesci*.

525. Il sole, quando tocca l' ariete, descrive l' equatore, e quindi successivamente và descrivendo cerchi paralleli all' equatore, da esso scostandosi sino al tropico di cancro.

526. Il sole giunto al cancro torna indietro, e va di nuovo successivamente descrivendo cerchi paralleli all' equatore, finchè, toccando la libbra, torna a descrivere l' equatore.

527. Il sole, toccata la libbra, va successivamente scostan-

dosi dall'equatore, cui descrive cerchi paralleli, finchè giunge al tropico di capricorno, donde tornando indietro, descrive di nuovo cerchi paralleli all'equatore, finchè ritorna all'ariete, e descrive l'equatore.

528. Il sole si trattiene 187. giorni ne' *segni boreali*, e 178. negli *australi*. Quindi il giorno del polo boreale supera quello dell'australe per 9. giorni astronomici, senza contar l'aumento prodotto dalla rifrazione, e perciò son maggior' i ghiacci mobili, e fissi sotto il polo australe, che sotto il boreale, secondo l'osservazione del P. Pini.

529 Il moto del sole si vede 1. dagli abitatori della sfera retta per la loro testa sempre in modo, ch'è 12. ore sul loro orizzonte, e 12. sotto: 2. dagli abitatori della sfera obliqua sulla loro testa di està, e obliquamente d'inverno, trattenendosi sul loro orizzonte più di està, che d'inverno: 3. dagli abitatori della sfera parallela per cerchi paralleli all'equatore, ed è sei mesi sull'orizzonte loro, sei sotto.

530. Il diametro del sole si vede maggiore nel capricorno, minore nel cancro.

531. Le stelle fisse, tranne le due polari, si veggono muovere ancor esse, ma nel movimento loro serbano costantemente l'istessa distanza, e perciò son dette *fisse*.

532. Si scorge nelle stelle fisse un movimento di *precessione* secondo l'ordine de' segni, ch'è di 50" per ogni anno. Il sole, dopo un equinozio nell'ariete, nel dar l'altro, non corrisponde alla medesima costellazione, ma per raggiungerla, dee descrivere altri 50".

533. Le stelle fisse, in qualunque posizione si osservano, non danno mai *parallasse*.

534. Le stelle fisse, son occultate della luna, e talvolta dagli altri pianeti.

535. Tutt'i pianeti son occultati dalla luna, che da essi non è occultata giammai. Il sole è occultato dalla luna negli ecclissi. Evelio osservò Saturno, Giove, e Marte occultati dalla luna *Transact. Anglic. n.*° 78. 129 139. Copernico vide Venere occultata dalla luna *Revol. caelest. lib.* 5. *c.* 23. Nessuno intanto ha veduti questi astri nella luna.

536. Tutt'i pianeti primari, in diverse distanze dal sole, camminano da occidente in oriente, e compiscono il periodo in tempi diversi. Quindi cangiano rapporto tra loro, e perciò son detti *pianeti*, o sia *erranti*.

537. Tutt'i pianeti primari, cominciando da Mercurio sino ad Herschel, si muovono intorno al sole in modo, che *formano le aie triangolari proporzionali a' tempi periodici*.

538. Tutt' i pianeti primari, tranne Mercurio, e Venere, talora sono in *congiunzione* col sole, talora in *opposizione*, e talora si veggono a destra, o a sinistra dello stesso. Sono in congiunzione, quando si veggono sopra del sole, e sono in opposizione, quando in mezzo ad essi, e 'l sole si trova la terra.

539. Tutt' i pianeti primari, tranne Venere, e Mercurio, si veggono di maggior diametro nell' opposizione, che nella congiunzione.

540. Tutt' i pianeti primari, tranne Venere, e Mercurio, scostandosi dal sole, non hanno limite alcuno nell' elongazione.

541. Mercurio, e Venere, in vece dell' opposizione, hanno una seconda congiunzione, che dicesi *inferiore*, a differenza della prima detta *superiore*. La congiunzione inferiore si ha, quando Venere, e Mercurio sono in mezzo al sole, ed alla terra.

542. Mercurio, e Venere si scostano poco dal sole, e, nella massima elongazione l' uno è distante gradi circa 28, l' altra circa 47.

543. Il disco di Venere talora si vede sotto la forma di una macchia nera in mezzo al disco solare, ciocchè dicesi *passaggio* di *Venere*, ed è soggetto, come Mercurio, alle stesse fasi della luna. Le fasi di Venere furono la prima volta predette da Copernico, osservate da Galilei. Le fasi offre ancora Mercurio.

544. Mercurio, e Venere si veggono di maggior diametro nella congiunzione inferiore, che nella superiore.

545. Tutt' i pianeti secondari *formano le aie triangolari proporzionali a' tempi periodici* intorno a loro primari.

546. I pianeti secondari si muovono intorno a' primari in distanze, e tempi diversi.

547. Tranne il sole, e la luna, che son sempre diretti ne' loro movimenti, tutt' i pianeti si veggono talora *diretti*, talora *stazionarii*, e talora *retrogradi*. Son diretti, quando camminano secondo l'ordine de' segni: stazionari, quando sembrano star fermi: retrogradi, quando vanno contro l' ordine de' segni.

548. I pianeti si occultano tra loro, e, occultandosi, talvolta si ecclissano. La luna, che occulta talora benanche il sole, li occulta tutti. I secondari veggonsi occultati da' loro primari. Keplero a' 9 Gennaro 1591. vide Giove occultato da Marte, e nel 1598. vide Saturno occultato da Giove.

549. La luna è soggetta a' fasi, ed ecclissi più visibili. Le fasi della luna si fanno periodicamente nel giro di un mese.

550. La luna, montando sull' orizzonte, ogni giorno, si vede soggetta a stelle più orientali, finchè a capo di giorni 27. e ore 7. si vede sottoposta alle stesse stelle.

551. La luna, tornando alle stelle medesime, non è congiunta al sole, e, per raggiungerlo, dee camminare altri tre giorni circa.

552 La luna dà una parallasse più grande degli altri pianeti. La parallasse della luna è, talvolta di un grado, e più, quella degli altri pianeti è assai minore, e quella del sole, secondo Vendelino, è di 15".

553. I cometi 1. descrivono le aie triangolari proporzionali a' tempi periodici intorno al sole. 2. talora son visibili, talora invisibili 3. talvolta compariscono più grandi, talvolta più piccioli. 4. rendendosi più visibili, e più grandi, camminano con velocità maggiore. 5. non ubbidiscono esattamente alle leggi dèl tempo periodico.

CAP. III.

Parallasse degli astri.

554. Un astro guardato dal centro della terra, comparisce sempre sotto il medesimo punto del cielo stellato: guardato da diversi punti della terra, comparisce sotto diversi punti del cielo. L' astro M (fig. 139.) guardato da T comparisce sempre in C, guardato da A si vede in D, da X in Y. Ipparco fu il primo a considerare le osservazioni degli astri rapportate al centro della terra.

555. Si dice di un astro *luogo vero*, o *apparente*, quel punto del cielo stellato, sotto il quale comparisce l' astro guardato dal centro, o dalla superficie terrestre. Il punto C (fig. 139.) segna il luogo vero dell' astro M: D l' apparente.

556. Si dice *parallasse* di un astro l' angolo formato nel centro dell' astro appoggiato sull' arco del cielo stellato intercettato tra' il luogo vero, e l' apparente, ed *angolo parallattico* l' angolo formato nel centro dell' astro stesso, che ha per base il semidiametro terrestre. CMD, (fig. 139.) è la parallasse dell' astro M, AMT l' angolo parallatico.

557. Ecco le verità principali riguardanti la parallasse.

558. La parallasse segna la distanza del luogo vero dall' apparente del cielo stellato. La parallasse (fig. 139) CMD segna l' arco CD, termini del quale sono il punto C, luogo vero, e 'l punto D, luogo apparente.

559. L' angolo, che segna la parallasse, è eguale al parallatico. Gli angoli (fig. 139.) CMD, AMT, l' uno segnante la parallasse, l' altro l' angolo parallatico (556) son verticali.

560. Quindi la misura dell' angolo parallattico è l' istessa, che quella della parallasse.

561. Gli astri egualmente distanti dal centro della terra danno una parallasse maggiore, scostandosi dal vertice. La parallasse (fig. 139.) ENB dell' astro N più distante dal vertice Q è maggiore della parallasse CMD dell' astro M meno distante.

Sieno i due astri (fig. 139.) F, e M, egualmente distanti da T, centro della terra, e sia M più distante dal vertice Q, che *F*, cioè sia QM maggiore di FQ. Da F a M si tiri la retta FM. Essendo TF = TM, perchè raggi del medesimo cerchio, sarà il triangolo FTM isoscele, e perciò TFM = TMF. Essendo in oltre AM maggiore di AF, perchè l' una più distante dell' altra da AQ, nel triangolo FAM sarà AFM maggiore di AMF. Dunque dagli angoli eguali TFM, TMF, tolti gli angoli AFM, AMF, de' quali l' uno è maggiore dell' altro, resterà AMT maggiore di AFT. Or l' uno segna la parallasse dell' astro M più distante dal vertice, l' altro quella dell'astro F meno distante. Dunque etc.

562. Quindi 1. dell' astro stesso va minorando la parallasse a proporzione, che più s' innalza sull' orizzonte. 2. gli astri culminanti non danno parallasse alcuna. 3. la parallasse degli astri orizzontale è la massima.

563. Gli astri egualmente elevati sull' orizzonte danno una parallasse maggiore a proporzione, che son più vicini alla terra. La parallasse dell' astro più vicino è espressa per un angolo esterno di un triangolo, ch' è sempre maggiore dell' interno opposto, che indica quella del più distante.

Sia l' astro (fig. 139.) X più vicino alla terra dell' astro K, in eguale altezza. Nel triangolo TK*x*, prolungato il lato K*x*, l' angolo A*x*T esterno è maggiore dell' interno opposto TK*x*.

564. Quindi 1. la parallasse degli astri va minorando a proporzione, che più si scostano dalla terra. 2. gli astri distantissimi non danno parallese 3. per la parallasse si conoscono gli astri più distanti, o più vicini alla terra 4. gli astri, che non danno parallasse, debbono essere distantissimi.

565. Conosciuta la parallasse orizzontale di un astro, se ne conosce la distanza sì dal centro, che da un punto qualunque della superficie terrestre. Allora del triangolo rettangolo, di cui un angolo segna la parallasse, son noti l' angolo parallattico, il semidiametro della terra, e l' angolo retto formato dal semidiametro coll' orizzontale. Quindi per la Trigonometria si ricava l' altro angolo, e gli altri lati, ch' esprimono la distanza dell' astro sì dal centro, che da un punto qualunque della superficie della terra.

Se dell' astro orizzontale K è conosciuta la parallasse AKT, essendo noto l'angolo TAK, perchè retto, e 'l lato TA esprimente il semidiametro terrestre, per la Trigonometria si conoscerà KA, distanza dell' astro dal punto A della superficie della terra, e KT, distanza dell' astro dal centro della terra.

566. Uno de' metodi più semplici, per conoscere la parallasse orizzontale di un' astro, è quello di mettere due osservatori in posizione tale, che possano contemporaneamente osservarlo, l' uno al suo zenit, l'altro all'orizzonte. Lalande, e Caille l'uno in Berlino, l' altro nel Capo di Buonasperanza osservarono contemporaneamente la luna nel 1751., per fissarne la parallasse. La parallasse media della luna si è fissata a 47'. 4''. 165''', quella del sole dedotta dai passaggi di Venere è di 8''. 6. Dalla parallasse di Venere determinata dal suo passaggio si è dedotta quella di Mercurio. La parallasse degli altri pianeti è assai picciola. Delle stelle fisse non si ha parallasse, se pure non si vogliono credere coronati i tentativi del P. Piazzi diretti a determinare la parallasse della stella polare, che sembra essere di 2'', 5. Se ciò fosse vero, ella distarebbe dalla terra semidiametri terrestri 3236624832068, e quindi la luce, per venir sino a noi, impiegherebbe un anno, e giorni 106.

567. Conosciuta la parallasse orizzontale dell' astro, se ne conosce il diametro. Se ne vede l' apparente, e se ne deduce il vero.

568. La parallasse media del sole, essendo di 8'', 6. esprime il raggio apparente della terra veduto dal centro di quell' astro, e quindi il doppio darà il diametro apparente.

569. Il diametro reale della terra è noto, essendo di leghe 1432, 7. Non essendo altro il diametro apparente di un astro, che l' angolo, sotto il quale lo vediamo, si misura dal tempo, che il disco dell' astro impiega a percorrere il campo del telescopio. Il tempo è calcolato a 15.° per ora. Quindi, se il disco di un astro impiega un' ora a percorrere il campo del teloscopio, il suo diametro apparente sarebbe di un angolo di 15.°

570. Il *micrometro*, che consiste in una rete di fili paralleli tenuissimi applicato al foco del teloscopio, ne divide il campo in picciole sezioni, e quindi misura il diametro dell' astro.

571. In tal modo il diametro apparente del sole nella sua media distanza si è fissata a 1922'', e quindi il semidiametro a 961''. Cercandosi il quarto proporzionale dietro il semidiametro apparente della terra, il semidiametro apparente del sole, e 'l semidiametro reale della terra, si avrà il semidiametro reale del sole, o sia si avrà 8'', 6 : 961'' :: raggio terrestre a raggio solare.

572. Pel calcolo indicato il raggio del sole si trova essere 111, 74. volte maggiore di quello della terra, e perciò di leghe 182751. Quindi si deduce, che il sole è 395000. volte maggiore della terra. In simil guisa il diametro apparente della luna nella media distanza dalla terra è di 31', 7'', 7. e 'l reale $\frac{3}{11}$ di quello della terra. Quindi si deduce, che la luna è $\frac{1}{49}$ della terra.

573. Dunque per la parallasse 1. si conosce degli astri la vera grandezza, e 'l vero volume. 2. per la grandezza degli astri se ne apprende la distanza dalla terra, e la parallasse orizzontale. Allora del trigono sono noti l' angolo retto, e due lati, de' quali uno è espresso pel semidiametro terrestre, e l' altro per la distanza dell' astro.

574. La parallasse ha fatto conoscere agli astronomi la vera grandezza, e distanza degli astri, che dagli antichi era ignorata, o capricciosamente valutata. Ecco un saggio delle stravaganti, e gratuite loro asserzioni. Secondo Plutarco *de Placit, Philos, lib* 2. *c.* 21. dicea Anassimandro *solem terrae aequalem*, Anassagora *multis partibus Peloponeso majorem*, Eraclito *latitudine pedali*, Epicuro *tantum*, *quantulus apparet*, *majusculum*, *minusculum*, Parmenide *lunam soli aequam*. Per la distanza poi dicea Empedocle *lunam duplex*, *quam a terra*, *a sole intervallum abesse*, Eratostene *lunam a terra abesse septingenta, et octoginta stadiorum millia*: secondo Plutarco stesso *loc. cit.* Pitagora credea questa distanza sei volte minore, secondo Plinio, poichè *a terra ad lunam centum viginti sex millia stadiorum esse collegit, ab ea usque ad solem duplum*, *inde ad duodecim signa triplum*. *Hist. nat. lib.* 2. *c.* 21.

CAP. IV.

Sistema del mondo

575. Il sistema del mondo si è creduto variamente ordinato da Ptolomeo, da Copernico, e da Ticone.

576. Cartesio avea asserito, che 'l moto de' corpi celesti era dovuto al moto de' vortici, l' esistenza de' quali non essendo provata, il parere del medesimo fu generalmente posposto a quello di Newton.

577. Allix sembra aver dalle ombre richiamato il sistema del suo concittadino, ripetendo il moto de' corpi celesti dall' espansioni, e reazioni de' gas, che si sviluppano negli emisferi inferiori, e superiori, e reagiscono gli uni contro gli altri. Dalla

diversa quantità di gas, che si sviluppano negli emisferi superiori, ed inferiori de' corpi celesti, dalla diversità della loro conformazione, e da che in essi il centro di grandezza, e di gravità non si trovano nel medesimo punto, poichè le parti fluide, e solide non sono egualmente equilibrate, egli fa dipendere nel tempo stesso il moto di rotazione, e di translazione. Fa l'applicazione di questi principi al moto della terra, e quindi l'estende a quello degli altri corpi. *Teoria dell'universo c. 7. n.* 62. , *e segg.*

578. Secondo Claudio Ptolomeo, detto presso i Greci *divino*, *sapiente*, *e principe dell' astronomia* 1. la terra è nel centro dell'universo: 2. intorno alla terra girano la Luna, Venere, Mercurio, il Sole, Marte, Giove, Saturno ec. 3. siegue il cielo de' pianeti quello delle stelle fisse 4. sieguono il cielo delle stelle fisse due *sfere cristalline*, così dette, perchè di puro cristallo: 5. tutti questi cieli son abbracciati dal *primo mobile*, il quale, girando in ore 24. da oriente in occidente obbliga tutti gli altri cieli a girare. Fig. 140.

579. Il sistema detto di Ptolomeo è di più antica origine. Fu sostenuto da Pitagora, secondo Plinio, *Hist. nat lib.* 2. *c.* 22., e Censorino *de die naturali*, da Archimede, secondo Macrobio *In somn. Scip.* da Tullio *Somn. Scip.*, da Plinio *Hist. Nat. lib.* 2. *c.* 6. 7. ., da molti Arabi *Riccioli almagest. lib.* 9. *sect.* 3. e da tutt' i Caldei. *Beda de Elem Philos.*

580. Secondo il sistema di Copernico, 1. il sole è nel centro del sistema con un movimento intorno al proprio asse di giorni circa 25 : 2. intorno al sole in diverse distanze, e in tempi diversi formano le loro rivoluzioni Mercurio, Venere, la Terra colla sua luna, Marte, Vesta, Giunone, Cerere, Ferdinandea, Pallade, Giove, Saturno, ed Herschel con i satelliti rispettivi : 3. le orbite de' pianeti intorno al sole sono ellittiche, e ciascun de'pianeti sì primari, che secondari, mentre gira intorno al proprio centro, fa una rivoluzione intorno all' asse proprio, 4. i cometi girano intorno al sole per orbite ellittiche allungate, e per ogni direzione, 5. ogni stella fissa è un sole, forse centro di altri sistemi planetari:. 6. le stazioni, e le retrogradazioni degli astri son apparenti, e dipendono dal loro moto complicato intorno al sole, Fig. 141.

581. Prima di Keplero l'opinione comune degli Astronomi era, che le orbite de'pianeti fossero circolari. Keplero il primo dietro le osservazioni di Ticone provò, che si fanno per l'ellissi Apolloniana con diversa velocità a proporzione della diversa distanza dal sole. Newton, e quindi gli altri astronomi hanno seguito, e confirmato colle osservazioni, e col calcolo

il parere di Keplero. Cassini opinò, che la curva de' pianeti fosse diversa dall'ellissi, ma non fu seguito da alcuno, sì perchè la di lui opinione fu trovata poco accurata, sì perchè i fenomeni de' movimenti celesti per la curva ellittica son più facilmente spiegati.

582. Il sistema detto di Copernico è più antico dell' autore, di cui porta il nome. Tra gli antichi piacque a Pitagora, a Filolao, a Niceta Siracusano, ad Eraclide Pontico, ad Efante Pitagorico, a Platone nella sua vecchiezza, secondo Laerzio, e ad Aristarco Samio, secondo Plutarco *De placitis Philos lib.* 3. *c.* 13., il quale perciò fu presso i Greci accusato da Cleante, come reo *violatae religionis, tanquam si mundi lares, Vestamque loco suo movisset*, secondo Plutarco. *De facie in orbe lunae ec.* Fu in seguito richiamato alla luce dal Cardinal Cusano, accresciuto da Copernico, insegnato da Galilei, che perciò ne soffrì aspra persecuzione, e perfezionato finalmente da Keplero, da Newton, e da altri. Quì si è esposto secondo le ultime scoverte.

583. Secondo Ticone Danese 1. la terra è immobile nel centro dell'universo 2. intorno alla terra gira il sole, 3. intorno al sole girano tutti gli altri pianeti. Fig. 142.

584. Ticone conobbe l' assurdità del sistema di Ptolomeo, e temè di promuovere quello di Copernico, per non soffrire le persecuzioni di Galilei. Quindi, facendo rimaner la terra immobile, fece centro il sole di tutti gli altri pianeti. A buon conto Ticone de' due sistemi di Ptolomeo, e di Copernico, nè impastò un terzo.

585. Per esprimere il sistema del mondo si son inventati i *planetarii* di Huygens, di Orrey, dell'ab. Toffoli nel 1787, di Rouy nel 1812, di Adams ec. Sembra, che quello di Adams sia preferibile a tutti.

586. Il sistema di Ptolomeo è assurdo. 1. È contrario alle osservazioni celesti. Mercurio, e Venere non si veggono giammai in opposizione (541), e dovrebbero esserlo, se girassero intorno alla terra. 2. Gli astri distantissimi dalla terra, perchè tra lo spazio di ore 24. dovrebbero compir la loro orbita, dovrebbero camminare con una velocità impercettibile. Poste le distanze degli astri dalla terra, in un 1" Marte dovrebbe far miglia 9000, Giove 13500, Saturno 34000. Che spazio immenso dovrebbero descrivere le stelle fisse in una distanza enorme? 3. la terra di minima massa a fronte di tanti astri dovrebbe farsi girare intorno i pianeti, il sole, e le stelle fisse, ciocch' è impossibile. 4. La solidità de' cieli, e le sfere di cristallo sono cose insussistenti. Come si moverebbero gli astri, se i cieli fossero

solidi? come non si romperebbero le sfere di cristallo pel movimento de' cometi, che scorrono per ogni direzione? 5. Non si comprende, come il primo mobile trasporta tutte le altre sfere, e intanto, mentr' egli si muove da oriente in occidente, i pianeti si muovono da occidente in oriente, e compiono le loro rivoluzioni in tempi diversi. 6. è contrario alla teoria delle forze centrali. Gli astri nè *descrivono le aie triangolari proporzionali a' tempi periodici* intorno alla terra, nè *formano i quadrati de' tempi periodici*, come *i cubi delle distanze*, secondo le note leggi di Keplero. Infatti la seconda legge Kepleriana presenta una completa dimostrazione contro il sistema di Ptolomeo. La luna fa la sua orbita intorno alla terra in giorni circa 27.: il sole la fa in giorni circa 365: la distanza media della luna dalla terra è di semidiametri terrestri circa 60. Dunque, fatta y la distanza del sole dalla terra, sarà $27^2 : 365^2 = 90^3 : y^3$. *Quindi* $y^3 = \frac{355^2 \times 60^3}{27^2.} = \frac{133225 \times 216000}{729}$, e perciò $y = 340$ semidiametri terrestri. Or secondo tutte le osservazioni, e dimostrazioni astronomiche, il sole è distante dalla terra leghe 3400000., che formano semidiametri terrestri 20000. Dunque ec.

587. Il sistema di Ticone è da rigettarsi. 1. è soggetto agli stessi inconvenienti, che quello di Ptolomeo. 2. non si comprende perchè dovesse farsi girare intorno il sole tutt' i pianeti, e non già la terra, e la terra il sole con tutt' i pianeti.

588. Il sistema di Copernico è uniforme alle osservazioni celesti, e alla teoria delle forze centrali. 1. Venere, e Mercurio mai non debbono essere in opposione, e mai nol sono. 2. la stazione, e la retrogradazione degli astri debbono essere apparenti, e tali sono. Chi toglierebbe agli astri il moto, per fermarsi? Chi in essi lo riprodurrebbe in senso opposto? 3. la terra dee muoversi intorno al suo asse, e le oscillazioni de' pendoli più tarde sotto l' equatore il dimostrano. 4. il sole dee farsi girare intorno tutt' i pianeti, ed è facile, che ciò avvenga, perchè la massa del sole supera di molto quella di tutt' i pianeti uniti insieme. 5. i pianeti primarî debbono farsi girare intorno i secondarî, e la Terra si fa girare intorno la luna, Giove i suoi satelliti ec. 6. i pianeti, e i cometi debbono essere in diverse distanze dal sole, e dalla terra, e così succede, perchè 1. i loro diametri in diversi tempi si veggono di diversa grandezza 2. camminano con diversa velocità. 7. il sole dee avere un movimento intorno al suo asse, e le macchie, che si veg-

gono nel suo disco diversamente disposte, il dimostrano. 8. mentre i pianeti primari ne' loro movimenti *formano le aie triangolari proporzionali a' tempi periodici* intorno al sole, i secondari si muovono colla stessa legge intorno a' primari. 9. i tempi, e le distanze degli astri debbono dare i *quadrati de' tempi periodici come i cubi delle distanze*, e ciò si avvera esattamente.

589. La seconda legge di Keplero, che resta fissa nel sistema Copernicano, n' è la pruova più luminosa. Secondo i calcoli del Sig. La Lande, la ragione delle distanze di Mercurio, e di Venere dal sole, è = 38710 : 72333 : il tempo poi, che impiega Mercurio a compiere la sua rivoluzione è di giorni 87. 23 : 75'. Ciò posto, facendosi la ragione delle distanze di Mercurio, e di Venere $= a : b$, e chiamandosi T il tempo periodico di Mercurio, y quello di Venere, si avrà $a^3 : b^3 = T^2 : y^2$ Quindi $y^2 = \frac{b^3 + T^2}{a^3}$, e perciò $y = 229.\ 16.\ 48'$, come si ha per le tavola astronomiche.

CAP V.

Sole, e stelle fisse.

590. Il sole è un fonte di luce nel centro del sistema, che si fa girare intorno: ha l' asse inclinato all' ecclittica 67°. 30'.

591. Secondo Plutarco *de Placit. Philos. lib. 2. c. 20.* dicea Anassimandro *ex sole effulgere ignem*, Xenofene essere il sole *ex ignicolis coagmentatum*, la Stoa essere *ignitum*, *et permulto igne compactum*, Anassagora, Democrito, e Metrodoro essere *globum ferri candentem, aut saxum ignitum*. Empedocle, presso Laerzio, disse il sole *ignis ingentem massam*, Platone *compactum ex plurimo igne etc.*

592. Secondo Allix ogni corpo celeste è circondato dalla sua atmosfera formata da' gas, che in esso si sviluppano, e si espandono secondo la loro gravità. Il gas idrogeno composto di calorico, e di luce, perchè più leggiero, più si espande, finchè si decompone. Nel punto, dove si decompone il gas idrogeno di tutt' i corpi celesti, che appartengono ad un medesimo sistema, si forma il sole del sistema istesso, donde poi si diffonde ne' corpi celesti il calorico, e la luce. Secondo questi principì, se ogni stella fissa è un sole, ella nasce dalla decomposizione de' gas idrogeni delle atmosfere de' corpi, che la circondano. *Teoria dell' universo c, 5. n. 43. e segg.*

593. Secondo l' opinione di Allix il sole nato dalla riso-

luzione de' gas idrogeni de' pianeti sarebbe un corpo efimero. Come si farebbe girare intorno i pianeti, ed i cometi? Allix avrebbe dovuto dire piuttosto il sole un corpo solido, e grande qual è, ma opaco, ed illustrato dalla risoluzione del gas idrogeno de' pianeti, e cometi, e perciò il corpo, che diffonde intorno calorico, e luce. Le macchie, che in esso sono, potrebbero darne una pruova.

594. Il sole ha il diametro di leghe 319314, e perciò è 1400000 volte più grande della terra, da cui è distante leghe 34357580.

595. Il sole fa un giro intorno all' asse tra giorni 25. 14. 8. È dimostrato per la variazione delle macchine nel suo disco.

596. Che la superficie del sole sia ingombrata da macchie, è fuori d'ogni dubbio. Il primo a scovrirle fu Galileo, ad osservarle con accuratezza Scheiner.

597. La rivoluzione delle macchie solari osservate colle cautele insegnate da Cagnoli *Soc. Ital. T.* 8. dimostra la rotazione del sole, poichè tra la macchie solari vi sono quelle, che compariscono, e scompariscono in tempi determinati, e vi son quelle, che fanno tutto il giro del sole, e ritornano, seguendo un moto regolare sulla superficie.

598. Le macchie solari son quasi sempre comprese in una zona, che non si estende al di là di 34° dall' equatore, ed impiccioliscono a norma, che si avvicinano agli orli del disco nel moto lor periodico. Ecco una pruova, che il sole non è di figura piana.

599. Le macchie solari sono varie in grandezza. Herschel nel 1770 e esservò una larga più di 17000 leghe. Sono ancora irregolari pel numero, per la posizione, per la forma, e per la durata. La Lande *Astron.* §. 3223.

600. Per le congetture degli astronomi sulle macchie solari sono da osservarsi le opinioni di La Hire, La Lande, Ximenes, Wilson, Herschell, La Place, Bouguer etc. *Trans. philos.* 1772. Hassenfratz *Phys. coelest. p.* 76. Biot. Astron. §. 252.

601. Il sole ha un moto di *translazione* nello spazio celeste, pel quale trasporta seco tutt' i pianeti. Questo movimento, che La Lande il primo ha immaginato, Herschel il primo veduto, si fa verso la costellazione di *Ercole*. S'è vero, nel decorso de' secoli si cangeranno i poli del mondo. L'orsa, e la stella polare tramonteranno per noi: il Sagittario si eleverà sul nostro orizzonte, come or sono i Gemelli: vedranno i nostri posteri le lucide stelle dell' Eridano, e del Pavone ora visibili all' emisfero inferiore, e perderanno il bel Sirio.

602. Le stelle fisse son fonti di luce come il sole. Tramandano, una luce, che raccolta ne' tubi astronomici è più vivace di quella de' pianeti.

603. La precisa distanza delle stelle fisse non può calcolarsi, perchè non danno parallasse. Però questa mancanza medesima prova, che son distantissime (561).

604. La precisa grandezza delle stelle fisse s' ignora, perchè se ne ignora la distanza. Esse però debbono essere assai grandi; perchè, quantunque distantissime, sono visibili.

605. Le stelle fisse compariscono di varia grandezza, e si dividono in sei classi, dette di *prima*, *seconda*, *terza*, *quarta*, *quinta*, e *sesta grandezza*. O veramente son di diversa grandezza, o compariscono tali, perchè sono in diverse distanze.

606. La classificazione delle stelle fisse sino a quelle di sesta grandezza fu fatta la prima volta da Ipparco. Gli astronomi posteriori per mezzo de' teloscopi ne distinguono ancora altre più picciole, che distribuiscono in altre classi.

607. Delle stelle fisse alcune son dette *nebulose*. Esse compariscono alla guisa di macchie biancheggianti. *La via lattea* secondo Herschel, è, un ammasso di simili stelle. Egli in una fascia della via lattea lunga 15., e larga 2. ne ha contate 50000. L' immensa distanza, in cui sono, fa che appena si apprende il loro lume.

608. La *via lattea*, detta da' Greci *Galaxia*, da Tullio, *orbis lacteus*, da Plutarco *circulus nebulaceus*, è quelle striscia bianchiccia, che di notte in ciel sereno

. . . , *visus incurrit in ipsos*
Sponte sua, seque ipsa docet, cogitque notari. Manil. Astr. l. 1.

609. Il numero delle stelle fisse è incalcolabile, e per un' ottica illusione comparisce maggiore di quello, ch' è. Gli astronomi, per ordinarle, le riducono ad asterismi, che dicono *costellazioni*, assegnandone 12. allo zodiaco, 21. all' emisfero boreale, e 15. all' austruale.

610. Il catalogo delle stelle fisse fu fatto la prima volta da Ipparco, il quale 120. anni prima di Cristo *ausus*, al dire di Plinio, *rem etiam Deo improbam adnumerare posteris stellas*, ne numerò 1022, cioè 15. di prima grandezza, 45. di seconda, 208 di terza, 574. di quarta, 217. di quinta, 49. di sesta, e 14. nebulose. Ulugh Beigh nipote del gran Tamerlano nell' anno di Cristo 1437. ridusse il catalogo delle stelle fisse a 1017. Dietro le osservazioni di Ticone, di Keplero, di Cristoforo Rotmondi, di Giusto Brigio etc., crebbero le stelle fisse sino al numero di 1468. Halleio nel 1677 osservò 350. stelle fisse australi, non visibili nel nostro orizzonte, nell' isola

di S. Elena. Evelio ridusse il catalogo delle fisse à 1888, e Flamsted a 3000. Il P. Piazzi nel 1814. pubblicò il suo catalogo delle stelle fisse, che presenta lo stato del cielo nel principio del secolo 19. In esso le stelle fisse ascendono al numero di 7646.

611. I poeti, Greci, e Romani inventarono mille favole sull' origine delle costellazioni, come può vedersi presso Igino nel *Poetico astronomico*, presso Natale Comite nella *Mitologia*, e presso Ricciolo nell' *Almagesto nuovo*. Quindi si pretese dal venerabile Beda doversi cangiare o le figure, o i nomi delle costellazioni, e Schiller nel 1627 impose agli asterismi nomi religiosi, chiamando l' Ariete *Pietro*, il Toro *Andrea*, l' Andromeda il *Sepolcro di Cristo* etc. Gli astronomi posteriori credettero il cambiamento d' impiccio, e 'l rigettarono.

612. Il teloscopio ha accresciuto il numero delle costellazioni, e l' accrescerà di più, se diverrà più perfetto.

613. Tra le stelle fisse vi son quelle, che compariscono di nuovo, e quelle, che scompariscono. Nel 1572 comparve una nuova stella nella *Cassiopea*, che scomparve nel 1574, e un'altra nel 1604. se ne vide nel *Serpentario* Nella costellazione del *Toro* le Pleiadi sono sei. che prima erano selle (1). Pensa Keil, che simili stelle possano sottrarsi alla nostra vista, quante volte per macchie contratte si offuscano, e rivedersi, quante volte tornano a divenir luminose.

914. Vi son tra le fisse quelle, che compariscono, e scompariscono a vicenda. Tal' è quella, che giace nel collo della *Balena* visibile per quattro mesi, e per otto invisibile.

615. Keil pensa, che tal fenomeno dee attribuirsi alle loro macchie, essendo invisibili, quando ci presantano le parti macchiate, e visibili, quando ci volgono le parti luminose. Maupertuis è di parere, che queste stelle hanno una figura sferoidale larga, e perciò sono visibili, o invisibili, secondo che ci offrono la superficie spianata, o gibbosa.

616. La figura ordinaria delle stelle fisse è presso, che sferica. Tali compariscono ad occhio nudo, e col teloscopio si veggono come tanti punti di fuoco nel cielo.

617. Forse le stelle fisse hanno un movimento intorno all' asse. Ciò si deduce da che 1. l'ha il sole (595), che forse è una stella fissa (602) 2. vi sono le stelle, che compariscono, e scompariscono a vicenda (914).

---

(1) *Quae septem dici, sex tamen esse solent,*
Ovid. *Fast. l.* 4.

618 Le stelle fisse visibili ad occhio nudo si veggono più grandi, che per mezzo del teloscopio. La palpitazione, e lo scintillamento, che n' accompagnano la veduta, ne son la causa. Ciò avviene, perchè piccioli corpi opachi nell' atmosfera impediscono per momenti di vederle. Infatti dove l' aria è pura, e tranquilla, le stelle fisse non danno *palpitazione*, come avviene a *Gomron* nel *Golfo persico*, dove l' aria è sì pura, che gli abitanti impunemente dormono di notte a cielo scoverto.

CAP. VI.

Pianeti primarii.

619 Sino a pochi anni addietro non si son contati, che sei pianeti primarî, cioè *Mercurio*, *Venere*, *Terra*, *Marte*, *Giove*, *Saturno*. In questi ultimi tempi se ne sono scoverti altri cinque, cioè *Vesta*, *Giunone*, *Cerere*, *Pallade*, *ed Herschel*. Forse ve ne sono altri, la scoverta de' quali è riserbata ad Astronomi o più sagaci, o più fortunati.

620. *Mercurio*, detto dagli Egiziani *stella di Apollo*, è il pianeta più prossimo al sole. Ordinariamente è invisibile, perchè immerso nella luce sfolgorante del sole. Guardato col teloscopio si rende visibile or sotto la forma di una piccola macchia, ed or colle fasi simili a quelle della luna. Si osserva di sera all' occidente poco dopo il tramontare del sole, e di mattino all' oriente poco prima, che il sole monti sull' orizzonte, e comparisce pieno nelle congiunzioni superiori, e sparisce affatto nelle inferiori, perchè, come la luna, nel novilunio presenta la sola faccia oscurata. In questo ultimo stato suol vedersi talora nel disco solare come un punto nero, e lo percorre in poche ore. Questo fenomeno va sotto il nome di *passaggio di mercurio*.

621. Dietro la scoverta de' teloscopi il primo a parlare de' passaggi di Mercurio fu Keplero, che ne annunziò alcuni vicini: Il primo passaggio di mercurio fu osservato da Gassendi, e da Cisati nel 1631., e l' ultimo si vide a 4 Novembre 1822.

622. *Venere*, detta dagli Egiziani *stella d'Iside*, è il più luminoso de' pianeti dopo la luna, e si vede talora in pieno giorno. Il passaggio, e le fasi di questo pianeta son celebri. Si dice *Lucifero*, *fosforo*, o *stella del mattino*, quando precede il nascimento del sole, ed *Espero*, o *stella vespertina*, quando siegue il tramontar del medesimo.

623. Nella zona torrida Venere suole spesso vedersi di giorno. In Inghilterra si vide di giorno a 21. luglio del 1710.

In Parigi nel 1740., in Firenze, ed in vari luoghi d' Italia nell' està del 1801, e del 1813.

624. Il Passaggio di Venere si ha, quando questo pianeta è tra 'l sole, e la terra. Allora comparisce sotto la forma di una macchia nel disco solare. Il passaggio di Venere non si osserva troppo spesso. Il primo dopo l' invenzione de' teloscopi fu osservato nel 1639. dall'Horrokes, e dal Crabtree. In questo secolo si vedrà solamente due volte, cioè ne' dì 6, e 8. Decembre del 1874., e del 1882.

625. La *Terra* è il pianeta, che abitiamo: è pressochè rotonda, perchè schiacciata ne' poli, elevata nell' equatore.

626. La figura della terra è quella di uno sferoide, o piuttsto ellissoide schiacchiato ne'poli. Il raggio polare è minore dell' equatoriale di $\frac{1}{305}$. Riducendo i due raggi a leghe di tese 3000, l'equatoriale è di leghe 1435, il polare di leghe 1430, 4.

627. La terra fu dagli antichi creduta piana, e cinta di abissi di acqua, ma la curvatura della medesima è dimostrata da che 1. non tutte le costellazioni si veggono da ogni punto della terra. 2. de' vascelli, che si avvanzano in alto mare, in distanza si veggono le sole cime degli alberi, che poi spariscono. 3. l' ombra, che la terra butta sulla luna, è conica. 4. si fa l' intero giro della terra, partendo da un punto, e tornando al medesimo della parte opposta. Dopo la scoverta della bussola il Magellano ardì il primo di farne la pruova.

628. *Marte*, detto dagli Egiziani *astro Erculeo*, ha una luce rossiccia, e sanguigna. Una densa atmosfera, che lo cinge, forse n' è causa: ha delle macchie invariabili presso il centro, e variabili presso i poli: ha l' asse equatoriale maggiore del polare di $\frac{1}{11}$, ed è soggetto a varie fasi.

629. Dalle macchie invariabili Herschel ha dedotto il moto rotario del pianeta, dalle altre, che i poli son coverti di neve, la quale va poi a dileguarsi nella stagione estiva. Le fasi di Marte sono ben diverse da quelle degli altri pianeti inferiori, e si riducono a dimostrarsi talora sotto la forma presso che ovale, ciocchè ha luogo dalla sua congiunzione sino alla prima quadratura, e talora sotto la forme circolare, ciocchè ha luogo nella sua opposizione, nella quale si mostra di varia grandezza, e splendore, ciocchè indica succedere le sue opposizioni in diverse distanze dalla terra.

630. *Cerere Ferdinandea* fu scoverta dal P. Piazzi in Palermo nel dì 1 Gennaro del 1801,

631. *Pallade* fu scoverta da Olbers nel dì 28. Marzo del 1802.

632. *Giunone* fu scoverta da Harding nel dì 1. Settembre del 1804.

633. *Vesta* fu scoverta da Olbers astronomo di Brema nel dì 29. Marzo del 1807.

634. Olbers congettura, che Vesta, Giunone, Cerère, e Pallade son frammenti di un pianeta esistente tra Marte, e Giove. La pressocchè eguale loro distanza dal sole, la varietà dello splendore, e l'irregolarità della figura, una certa legge nella distanza de' Pianeti dal sole, osservata da Bode, interrotta tra Giove, e Marte, e serbata per l'interposizione di un altro pianeta, rendono non improbabile la congettura di Olbers.

635. Vesta, Giunone, Cerere Ferdinandea, e Pallade, si dicono pianeti *teloscopici* sull' esempio delle stelle *teloscopiche.*

636. *Giove*, detto dagli Egiziani *stella di Osiride*, è il più grande de' pianeti. Si distingue per la sua luce viva, benchè più smorta di quella di Venere: ha il diametro equatoriale al polare = 14 : 13, e molte fasce sul disco scoverte da' Gesuiti in Napoli, e molte macchie.

637. Le fasce di Giove si allargano, e si restringono, compariscono, e scompariscono. Herschel ne ha contate sino a 40, delle quali alcune sono di un bianco lucido, alcune oscure. Le macchie di Giove si veggono variabili oltre modo pel colore, per la grandezza, e per la figura. Ciò forse indica, che Giove è agitato da perenni rivoluzioni, di cui s' ignorano ancora le cause.

638. *Saturno*, dagli Egiziani detto *stella di Nemesi*, è il più grande de' pianeti dopo Giove. È cinto di un anello concentrico al pianeta stesso, che da taluni credesi essere una corona di lune, che lo circondano. Tramanda una luce sì smorta, che difficilmente si distingue ad occhio nudo. Ha il diametro equatoriale al polare come 11 : 10., ed ha varie fasce, e varie fasi.

639. Secondo Herschel Saturno è cinto di cinque fasce, delle quali due son lucide, e tre oscure.

640. L' anello di Saturno costa di due anelli concentrici, de' quali l' uno è interno, l' altro esterno, e l' uno, secondo La Place, compie la sua rivoluzione in quattro, o cinque ore, l'altro in ore 10. 32' 15".

641. Le fasi di Saturno si riducono a mostrare variamente il suo anello, poichè talvolta lo mostra intiero, talvolta ne occulta l'arco posteriore, e talvolta l'occulta tutto. Quando si occulta dell' anello l' arco posteriore, l' anteriore si vede come una gran fascia nera sul disco del pianeta. Quindi Saturno si vede talvolta *rotondo*, talvolta *brachisto*, e talvolta *ansato.*

Hugenio lo vide rotondo nel 1659 dal 16 Gennaro sino a 17 Giugno. Nell' anno stesso lo vide brachiato a 12. Ottobre, e nel 1657 lo vide ansato la prima volta a 17. Decembre: le anse di questo pianeta si videro in seguito estendersi dal 10. Novembre 1659. fino a 36. Marzo del 1659.

642. *Herschel*, o *Uranò*, è il più distante de' pianeti. Fu scoverto la prima volta da Herschel nel dì 19. Marzo del 1781: è visibile per mezzo di un perfetto teloscopio.

643. I pianeti sono in varia distanza dal sole, hanno un vario diametro, compiscono il loro periodo in vario tempo, hanno l' asse variamente inclinato all' ecclittica, e formano in vario tempo la rivoluzione intorno al proprie asse.

TABELLA

De' Pianeti primarii

Distanze dal sole in miglia.	diametro in leghe.	tempo periodico in giorni.	inclin. dell'asse all' ecclittica.	rivol. int. al-l'asse in ore
Mercurio, 31601637	1166	87.23.14'.33"	60°53'3"	24.5'30"
Venere...59051352	2648	229 16 41'26"	15° in 20°	23.21'19"
Terra 81636935	2865	365 5.46'52"	0 —	23 56'4"
Marte 123490990	3695	686.22.18'27"	10.5'47"	24.39'21"
Vesta.....192835504	—	1325,19	0" —	
Giunone .217812632	—	1591,12		
Cerere....225942659	2"	1681. —	10°37'57"	
Pallade...225996991 4	1'	1682. —	34°39'10'7"'	
Giove 424744208	31113	3330.14.39',22"	1°19'38"	9. 55"33'
Saturno ..778720416	28601 anello	10746.19,16',15"	2.30'15"	10.32'15"
	667337	30589.8,39"		
Herschell.1566100247	12760		46'12"	

CAP. VII.

Pianeti secondarii.

644. Son pianeti secondarì tutti quelli, che, girando intorno a' loro primari, girano con essi intorno al sole.

645. I pianeti secondarî sono 18, de' quali è visibile ad occhio nudo la sola luna. Gli altri sono 4. satelliti intorno a Giove, 7. intorno a Saturno, 6. intorno ad Herschel.

646. La *luna* è un cor o opaco simile alla terra di figura presso chè sferica, così detta a *lucendo*, secondo Tullio *De Nat. Deor. lib. 1 c.* 27. In essa per mezzo del telescopio si scorgono montagne, valli, e mari.

647. Le macchie della luna indicano valli, e mari: i punti, prima illuminati, i monti, di cui hanno misurate le altezze Evelio, Cassini, e Schroeter. Della luna si son fatte le carte *Selenografiche*, nelle quali ai monti, alle valli, ed alle pianure si sono dati vari nomi. Herschel ha scoverti nella luna tre volcani, due de' quali sono estinti, e uno butta fuoco più grande del Vesuvio: il diametro del suo cratere è di tre miglia, e forma per l' eruzione una lava lunga 60. miglia. *Transazioni Anglicane dell anno* 1788.

648. La luna si muove intorno alla terra per un' orbita ellittica, di cui la terra occupa uno de' fochi, e si rivolge intorno al proprio asse nel tempo stesso, che intorno alla terra. Quindi un suo emisfero è sempre rivolto alla terra, e un altro non mai, e perciò, se nella luna vi sono abitatori, i soli dell' emisfero rivolto alla terra la veggono sempre. Se poi la luna ha un' atmosfera, questa dev' essere assai meno densa di quella della terra, perchè, essendo la nostra atmosfera serena, la luna non si vede giammai ingombrata

649. Per le congetture degli astronomi sulle masse ferrigne lanciate da' volcani della luna sulla terra, secondo la tradizione di alcuni popoli, e per le *pietre dell' aria*, o *aereoliti* piovute in vari tempi, vedi Biot. *Astron. fisic. p* 512.

650. Della luna la distanza dalla terra è di leghe 86324: il diametro di leghe 782: il volume $\frac{1}{49}$ dalla terra: il mese periodico, detto *rivoluzione tropica*, di giorni 27, 7. 43' 4": la *rivoluzione siderea*, che abbraccia il tempo tra 'l passaggio della luna per una stella, e 'l ritorno alla medesima, di giorni 27, 7. 43', 11": il *mese sinodico*, detto *rivoluzione sinodica*, o *lunazione*, che abbraccia il tempo tra due successive congiunzioni medie della luna col sole, di giorni 29, 12, 44', 3": l' inclinazione variabile.

651. Il mese periodico della luna si è calcolato sul moto periodico delle macchie nella sua linea equinoziale.

652. Nel moto della luna intorno alla terra la linea degli *apsidi*, o sia del perielio, e dell' afelio, e la linea de' *nodi*, o sia dell' intersezione col piano dell' ecclittica, non camminano parallele. Quella è diretta, ed impiega 9. anni nella sua rivoluzione, questa è retrograda, e n' impiega 19. Questo periodo, o *cielo lunare*, è il famoso ciclo di anni 19. attribuito

a Metone, segnato in Atene a caratteri d'oro, e perciò detto *numero d'oro*. Questo ciclo indica, che in 19. anni solari si contengono 235 mesi lunari completi, così che a capo di ogni 19. anni le lunazioni succedono negli stessi giorni. Supposta l'influenza della luna sulla terra, su questo principio son fondat' i prognostici per le stagioni, e le raccolte negli almanacchi. Questo ciclo però porta l'errore di un giorno in ogni 312. anni.

653. De' 4. satelliti di Giove, de' 7. di Saturno, e de' 6 di Herschel sono varie le distanze da' loro primari, e quindi vari ancora i tempi periodici.

654. I quattro satelliti di Giove furono scoverti da Galileo nel 1610, e detti *stelle Medicee*: de' satelliti di Saturno uno fu scoverto da Hugenio nel 1655, quattro da Cassini negli anni 1671. 1672. 1684. e due da Herschel nel 1789. I sei satelliti di Herschel furono tutti scoverti da Herschel istesso.

CAP. VIII.

Cometi

655. I *Cometi* son corpi opachi, come i pianeti, e perciò illuminati ancor essi dal sole. Son così detti, perchè ordinariamente si veggono con fulgida chioma.

656. I' Pitagorici, quasi tutta la setta Italica, Ippocrate Chio, Democrito, ed Apollonio Mindio sostennero essere i cometi corpi eterni del mondo, che a guisa de' pianeti in dati tempi compivano le loro orbite. Così anche la pensò Seneca. *Natur. quaest. lib.* 7. *c.* 21.

657. I Peripatetici, dietro le tracce di Aristotele, pretesero, che i cometi fossero corpi di poca durata prodotti dalle esalazioni della terra nelle regioni sublunari. Questa opinione si è conosciuta assurda specialmente per la paralasse, che danno, argomento sicuro, che sono al di là della luna.

658. Cartesio disse, che i cometi sono corpi perenni, come i pianeti, formati da qualche fissa, o dal sole macchiato, e per difetto di pressione assorbiti dal vicino vortice crescente.

659. Newton pensò, che 1. i cometi, come i pianeti, formano orbite ellittiche intorno al sole, nel quale gravitano, come centro, 2. la differenza de' cometi, e pianeti consiste 1. nell'essere le orbite de' pianeti poco escentriche, e presso che circolari, e quelle de' cometi di una massima escentricità 2. nel muoversi tutt' i pianeti da occidente in oriente, e i cometi per ogni direzione.

660. I cometi si dicono *barbati*, *codati*, o *criniti*, secondo che la capellatura li precede, li siegue, o li cinge.

661. I cometi formano intorno al sole orbite ellittiche soverchiamente allungate.

662. De' cometi varia la grandezze reale, e l' apparente.

663. La distanza de' cometi sì dalla terra, che dal sole varia, perchè girano per orbite ellittiche allungate (661).

664. La celerità de' cometi si va sempre caugiando, perchè varia la distanza dal sole.

665. I cometi girano per ogni direzione, poichè non fanno, come i pianeti, che mai non escono dalla fascia dello Zodiaco.

666. Due sono i caratteri principali, per discernere i cometi dai pianeti: 1. i cometi non sono sempre, come i pianeti, nella fascia dello zodiaco, 2. i pianeti fanno le loro rivoluzioni in orbite poco inclinate all' ecclittica, mentre che l' inclinazione dell' orbita de' cometi talora è di gradi 90.

667. I cometi non ubbidiscono esattamente alle leggi del tempo periodico Quande son distantissimi dal sole, la loro attrazione è disturbata dagli altri corpi, cui si avvicinano.

668. Quindi il ritorno de' cometi difficilmente corrisponde al calcolo, e suol' essere la confusione degli astronomi. Il solo, che ha ubbidito alle leggi del calcolo, sembra essere il cometa di Hallejo del 1759., essendosi osservato nel 1531., nel 1607., nel 1682., nel 1759., nel 1835. Se non sarà dissipato e consunto, giacchè in ogni apparizione si è veduto diminuito di splendore, e di grandezza, si rivedrà nel 1911.

669. I cometi sul primo apparire par, che per linea retta vanno a piombar nel sole: dipoi si rendono invisibili, perchè s' immergono nella luce sfolgorante del medesimo, e quindi, rendendosi visibili di bel nuovo, vanno mano mano perdendo di luce, finchè fatti lontanissimi si perdono di vista.

670. Il numero de'cometi scoverti va crescendo ogni giorno. Finora se ne sono osservati circa 400., e calcolati circa 117. Il 100m. fu osservato da Flangergue a' 26. Maggio del 1811. Pons ne osservò un altro a' 6. Ottobre dell'anno stesso: due altri se ne sono osservati nel 1819, gli ultimi nel corrente anno 1845.

671. Il periodo di un cometa è vario, ed ordinariamente si valuta di uno, o più secoli. Quello del 1680, che tanto si avvicinò al sole, che secondo Wisthon, sommerse la terra nelle acque nel 1510 prima dell' era volgare, farebbe la sua rivoluzione in anni 575, se, come si crede, fu quello stesso, che apparve nella morte di Cesare. Il periodo del cometa del 1805 si stima di anni 1731 : quello del cometa del 1807. di anni 1713 : quello del 1811 da Bouvard ; e Causs è fissato ad anni 1000, dal Bessel ad anni 3383, dal Calandrelli ad anni

3056, e dal Piazzi ad anni 2620. Egli si trattenne tra noi sino a Gennajo del 1812, mentre la massima sua vicinanza alla terra era stata a' primi di Ottobre.

672. Non mancano cometi di più corto periodo. Del cometa di Enck quattro volte si è verificato il ritorno nel corso di dieci anni, mentre il periodo di sua rivoluzione continuamente diminuisce, perchè la distanza media del cometa dal sole decresce con lentezza, e regolarità.

673. Le code de' cometi son 1. talvolta lunghe sino a 90. gradi, larghe variamente, giacchè di alcuni si restringono a misura, che si accostano al sole, e i rami, che prima facevano angoli considerabili, si accostano, e si riuniscono, per separarsi di bel nuovo, ed estendersi a misura, che dal sole si allontanano 2. più fulgide, quanto più si avvicinano al sole 3. sempre opposte al sole 4. forse formate da leggerissimi vapori sollevati dal corpo de' cometi per l'azione de' raggi solari, che le illustrano. Così ha pensato Newton.

674. Appiano, Cardano, Ticone, e Snellio han pensato esser le code de' cometi il lume stesso del sole, che si propaga a traverso de' loro corpi. Cartesio ha opinato dipendere dalla rifrazione della luce, che dal corpo de' cometi è spinta negli occhi degli spettatori. Il G. Allix ripete le code de' cometi dall' espansione de' gas, che da' medesimi si sollevano. Quando un cometa è lontano dal sole, l' atmosfera del sistema planetario, che circonda la sua, ha poco moto, e perciò i gas aquei, che formano l' atmosfera del cometa, si alzano nello spazio con poca velocità, e restano condensati sulla superficie. Quando il cometa medesimo si fa vicino al sole, si trova in un' atmosfera, che ha minor densità, e velocità maggiore, e perciò i gas aquei, che se ne sviluppano, si alzano, e si mescolano coll' atmosfera del sistema, ch' è freddissima. Allora questi gas sommamente dilatati non contengono tutto il calorico, [illegible] possono contenere nello stato, in cui si trovono, e quindi [illegible] decompone il gas idrogeno. *Teoria dell' universo c.* 11. § 169.

675. La comparsa de' cometi ne' tempi antichi è stata riguardata con orrore, poichè, secondo Tullio *De Divin. Vetus opinio est jam usque ab heroicis ducta temporibus*;

Numquam spectatum terris impune cometam.

676. Chi vuol vedere le idee stravaganti, che in diversi tempi si hanno formate i popoli de' cometi, legga l' opera di Bayle scritta pel cometa dell' anno 1680. Oggi però, secondo la predizione di Seneca, i popoli si son ricreduti, e l' apparizione de' cometi è divenuto un oggetto d' indifferenza.

677. I cometi per altro potrebbero recar qualche disturbo.

Se camminano per ogni direzione, potrebbero incontrar la terra. Che ne avverrebbe allora? Il minor male sarebbe un tremuoto orribile, ed un disturbo nelle forze centrali. Avvicinandosi poi soverchiamente alla terra, e stendendo la loro coda sull'atmosfera, potrebbero 1. cagionare alluvioni per l'innalzamento delle acque del mare, 2. cagionar affezioni nell' atmosfera capaci di produrre malattie epidemiche 3. accrescere soverchiamente la temperatura dell'atmosfera per la luce rimbalzata, ciocchè senza dubbio potrebbe recare un dissesto alla terra. Sono da leggersi le bizzarre idee di Wisthon, e di Buffon su' cangiamenti nella terra per le azioni de' cometi.

CAP. IX.

Masse, e densità de' pianeti.

678. De' pianeti si conoscono le distanze, i tempi periodici, i diametri, e i volumi. Quindi si apprendono le forze centrali, e per esse le masse, e le densità.

679. Quando di un pianeta si sa la distanza, e 'l tempo, si conosce l'orbita, e per conseguenza la velocità. Quindi si ricavano le forze centrali (241), le masse, che sono come le forze centrali (244), e le densità, che nascono, dividendo le masse pe' volumi (43).

680. Volendosi rapportar la massa, e la densità di Giove a quella della terra, ecco il metodo da praticarsi. Il primo satellite di Giove è tanto distante da Giove, quanto la luna dalla terra. Dunque l'orbita della luna, e del satellite di Giove è la stessa. Intanto il satellite di Giove la percorre in un tempo sedici volte minore. Dunque cammina con una velocità sedici volte maggiore. Ma le forze centrali sono, come i quadrati delle velocità. (241) Dunque le forze centrali della terra sono a quelle di Giove $= 1^2 : 16^2$. o sia $= 1 : 256$. Ma le forze centrali sono proporzionali alle masse. (244) Dunque la massa della terra è alla massa di Giove $= 1 : 256$. Se il volume di Giove fosse 256. volte maggiore di quello della terra, l'uno, e l'altra sarebbero della medesima densità. Ma il volume di Giove è 1246. volte maggiore di quello de la terra. Dunque la densità di Giove è meno di quella della terra pel quoziente, che nasce, dividendo 1246 per 256, o sia per 4. circa. Dunque la densità della terra è a quella di Giove $= 1 : \frac{1}{4}$.

CAP. X.

Fenomeni nascenti dal moto della terra.

681. La terra si muove intorno al proprio asse da occidente in oriente: questo movimento, detto *diurno*, si eseguisce tra ore 24.

682. La terra per l' ecclittica si muove intorno al sole: questo movimento, che dicesi *annuo*, si eseguisce tra giorni 365. 5. 49, e si fa in modo, che l' asse della terra è inclinato al piano dell' ecclittica per gradi 66 ½.

683. Se l' inclinazione dell' asse della terra al piano dell' ecclittica fosse sempre la stessa, la terra nel descrivere l' orbita intorno al sole presenterebbe sempre l' asse in una posizione parallela all' antecedente, ma questo parallelismo è disturbato.

684. La terra, che ha più massa sotto l' equatore, che sotto i poli, per l' attrazione maggiore espone l' equatore al sole 50" prima di aver compita l' orbita.

685. Il reale movimento diurno della terra produce il fenomeno 1. dell' apparente moto delle stelle, e del sole 2. del nascere, e tramontar degli astri.

686. Quindi nasce la vicenda del giorno, e della notte.

687. Un corpo sferico opaco non è illuminato, che per metà, quando si espone ad un altro sferico luminoso. Quindi sia il sole in S (fig. 143), e la terra ABCD, che gira intorno al suo asse. L'emisfero della terra ACB sarà illuminato, e l'opposto ADB. sarà ottenebrato. Or sia l' abitante della terra in D: egli è diametralmente opposto al sole, e perciò sarà per lui mezza notte. Nel giro della terra intorno al suo asse l' abitatore da D sale in A, e comincia a cader nell' occhio suo il raggio del sole SA.: qui gli sembra, che 'l sole nasce. Sale ancora lo spettatore da A in C.: qui cade sull' occhio suo il raggio perpendicolare SC, il sole gli sembra culminante, ed è perciò per lui mezzogiorno. Finalmente lo spettatore, da C calando in B, vede il raggio obbliquo del sole SB, e gli sembra, che 'l sol tramonta.

688. Il movimento annuo della terra, e l' inclinazione del suo asse al piano dell' ecclittica producono 1. l' annuo movimento del sole apparente 2. la diversità delle stagioni 3. l' ineguaglianza de' giorni, e delle notti.

689. La terra gira per l' ecclittica intorno al sole, e l' orbita, che fa, non è circolare, ma ellittica avente il sole in uno de' suoi fochi. Quindi nel suo giro 1. mentre corrisponde ad

uno de' segni dello zodiaco, il sole comparisce nel segno opposto. Ciò produce il moto apparente del sole 2. in una distanza dal sole ora massima, ora media, ed ora minima, espone al sole talvolta l'equatore, talvolta il polo artico, e talvolta l'antartico. Ciò produce, che 1. il sole comparisce perigeo, o apogeo, secondo che la terra è nel perielio, o nell'afelio, 2. il sole sembra camminar più celeramente, quando è perigeo, più lentamente, quando è apogeo. 3. si hanno le medie stagioni, cioè primavera, ed autunno, quando la terra espone l'equatore al sole, e si ha l'està, e l'inverno, quando vi espone l'uno, o l'altro de' poli. 4. per gli abitanti tra l'equatore, e 'l polo esposto al sole, si hanno i giorni sempre più lunghi, e le notti sempre più corte.

790. Sia il sole in S (fig. 144.); e MNOP rappresenti l'orbita della terra intorno al sole. Quando la terra è in M, cioè in Libbra, il sole comparisce in O, cioè in Ariete. Quì la terra espone l'equatore al sole; e si ha l'equinozio di primavera. La distanza della terra dal sole è media, e'l sole sembra camminare con media velocità. La terra da M passa in N, cioè in Capricorno, e'l sole comparisce in Z, cioè in Cancro. Quì la terra espone al sole il polo B, e 1. si ha l'està per quelli, che sono tra l'equatore, e 'l detto polo, l'inverno per quelli, che sono tra l'equatore, e 'l polo opposto 2. gli abitatori tra l'equatore, e'l polo B hanno il giorno sempre più lungo, perchè l'arco diurno è maggiore del notturno, finchè gli abitatori del polo B hanno un continuo giorno, perchè 'l polo B entra tutto nell' arco diurno. L'opposto avviene per gli abitatori tra l'equatore, e 'l polo A. 3, quando la terra è in N. si trova nella massima distanza dal sole, e perciò il sole sembra camminare colla massima lentezza. La terra da N passa in O, cioè in Ariete, e 'l sole comparisce in M, cioè in Libbra. Quì si ha l'altro equinozio di Autunno, perchè la terra di bel nuovo espone l'equatore al sole. In ultimo la terra da O passa in P, cioè in Cancro, e 'l sole comparisce in Capricorno. Quì la terra espone al sole il polo A, e gli abitatori, che son tra esso, e l'equatore, soffron le istesse vicende degli abitatori tra l'equatore, e 'l polo B, rivolto al sole.

691. L'obliquità dell'ecclittica, come produce le vicende delle stagioni, così dà origine ancora alla varie vicende de'vegetabili, e degli animali, come osservò Aristotele *de generat, et corrupt. lic.* 2. Quindi Cicerone. *Inflectens sol cursum tum ad septentrionem, tum ad meridiem, aestates, et hiemes efficit, et ea duo tempora, quorum alterum hiemi senescenti adjunctam est, alterum aestati. Ita ex quatuor horum tempo-*

rum mutationibus omnium, quae terra, marique gignuntur, initia, caussaeque dicuntur. De Nat. Deor. lib. 2. c. 19.

692. La terra, facendo l'arco (fig. 144.) MNO di sei segni diviene *afelia*, e facendo l'arco OPM di altri sei segni diviene *perielia*. Quindi il sole sembra camminare 1. nello scorrere i primi sei segni dall'Ariete alla Vergine, più lentamente, 2. nello scorrere gli altri sei segni, dalla Libbra ai Pesci, più celeramente. La differente velocità, con cui cammina la terra, fa, che'l sole nello scorrere i primi sei segni sembra impiegare 9. giorni di più.

693. Gli abitanti tra l'equatore, e'l polo B hanno l'està, quando la terra è in Capricorno, e'l sole comparisce in Cancro. Ciò sembra strano, perchè allora la terra è nella massima distanza dal sole, l'azione del quale dev'essere nella ragione inversa de' quadrati delle distanze. Ma 1. essendo la terra in Capricorno, espone al sole il polo B, e quindi i raggi del sole operano su gli abitatori tra l'equatore, e'l polo B più direttamente. Or chi non sa, che l'azione diretta è maggior dell'obliqua? 2. gli abitanti tra l'equatore, e'l polo B, quando la terra è in Capricorno, hanno i giorni più lunghi delle notti. La dimora più lunga del sole sul loro emisfero concorre a spiegare il fenomeno.

694. Che la terra sia più distante dal sole nella nostra està, che nell'inverno, è più, che certo. L'escentricità dell'ellisse, e la misura del diametro solare, che si vede maggiore d'inverno, che di està, lo dimostrano chiaramente. Il diametro apparente del sole nel solstizio di està, e di 31' 30", nel solstizio d'inverno di 32' 35. Quindi la terra nel mese di Giugno, o sia nell'afelio, è più distante dal sole, che nel mese di Decembre, o sia nel perielio, di 370 diametri terrestri, o sia di più di un milione di leghe.

695. La dimora più lunga del sole sull'emisfero degli abitatori delle zone temperate spiega benanche, perchè in esse di està talora si ha una temperatura, che pareggia quella della zona torrida. Nelle zone temperate i raggi solari sono un poco obliqui, ma nell'està pe' giorni più lunghi di quelli nella zona torrida sferzano per più lungo tempo l'atmosfera, e la terra. Per simile ragione si spiega perchè 1. il massimo caldo nelle zone temperate non si ha nel solstizio, quando i giorni sono più lunghi, ma 25, o 30 giorni dopo, 2. il massimo calore di un giorno estivo non si ha nel mezzo giorno, quando il sole è culminante, ma tra due in tre ore dopo. L'effetto massimo di una cagione variabile non è nella massima azione della cagione, ma nel massimo incremento per la continuazione.

696. Il disturbo del parallelismo nell'asse della terra produce la *precessione degli astri.* Quando la terra espone l'equatore al sole, si ha l' equinozio. Or se la terra espone l' equatore al sole 50" prima di aver compiuta la sua orbita, dopo un equinozio di primavera ha l' altro nell' anno appresso 50" prima di aver descritta l' orbita intiera. Quindi, per trovarsi nella situazione dell' anno precedente, dee descrivere 50", e perciò, succedendo il secondo equinozio, le costellazioni sembrano avvanzate 50". Ecco la *precessione degli astri.*

697 Se in questo anno si è avuto l' equinozio di primavera, essendo la terra in M, e (fig. 144.) comparendo il sole in O; nell' anno venturo, dovendosi avere 50" prima, si avrà quando la terra è in *z*, e 'l sole comparisce in *y*. Acciocchè il sole comparisca sotto la medesima costellazione di questo anno, dovrà descrivere l' arco *y*O di 50". Quindi, succedendo nell' anno venturo l' equinozio, la costellazione, sotto la quale è comparso in questo anno, sembra essersi avvanzata dall' arco *y*O di 50".

698. Da ciò nasce la differenza dell' *anno periodico*, e dell' *anno sidereo.* L' uno comprende il tempo tra l' uno, e l' altro equinozio di primavera, ed è di giorni 365, 5. 49': l' altro quello, che scorre, mentre il sole, partendo da una costellazione, ritorna alla medesima, ed è di giorni 365. 6. 10', giacchè la terra, per fare un arco di 50", impiega di tempo 10', 17" ⅔ Dunque l' anno sidereo è più lungo del periodico di 20', 17" ⅓.

699. La precessione degli astri, sospettata dagli antichi, verificata, e calcolata da' moderni, benchè insensibile in ogni anno, si fa sensibilissima dopo un tempo notabile.

700. Ipparco, paragonando le sue osservazioni con quelle di Aristillo, e di Timocaride, sospettò la precessione de' segni dello zodiaco. Ptolomeo, paragonando le sue osservazioni con quelle d' Ipparco, affermò la precessione non solo de' segni dello zodiaco, ma di tutte le stelle fisse, e scovrì, che tal moto faceasi in cerchi paralleli all' ecclittica. Ticone, Copernico, e gli astronomi moderni non son discordi su questo punto.

701. La precessione degli astri dopo 2160. anni dev' essere di 30 gradi, o sia di un segno intiero, e dev' essere di 360 gradi dopo 25920. anni. Questa rivoluzione, e questo tempo formano l' *anno massimo.* Il sole allora comparisce di nuovo nell' equinozio sotto la medesima costellazione, e allora, secondo i poeti *Priscus ab integro saeculorum nascitur ordo.* Al presente gli equinozi di primavera, e di autunno non succedono più nell' Ariete, e nella Libbra, perchè la precessione de' segni

dello zodiaco, essendo già di 30 gradi, è di un segno intero. Quind' i segni degli equinozî sono i Pesci, e la Vergine.

CAP. XI.

Fenomeni nascenti dal moto della terra, e de' pianeti inferiori.

702. Mentre la terra descrive un' orbita intorno al sole, Venere, e Mercurio, ne fanno più di una. Quindi nascono vari fenomeni, cioè 1. la varia *elongazione* 2. la doppia *congiunzione* col sole detta l' una *superiore*, l' altra *inferiore*, e quindi la veduta de' pianeti inferiori sotto la forma di macchie nere in mezzo al sole 3. la *direzione*, e la *retrogradazione* 4. la *stazione*.

703 Si dice *elongazione* di un pianeta la distanza apparente del medesimo dal sole a destra, o a sinistra del medesimo. Or questa dev' essere varia. Sia il sole in S (fig. 145.), e ANB rappresenti una porzione del cielo stellato, *hLn* l' orbita d' uno de' pianeti inferiori, come di Mercurio, *pOz* l' orbita della terra. Supposto, che sia la terra in T, e Mercurio in *m*, o in L, egli si vedrà in N. Rimanendo la Terra in T, e passando Mercurio in *h*, o in *n*, si vedrà in A, o in B. Qui i due archi NA. NB indicheranno l'elongazione del pianeta.

704. Gli astronomi per le loro osservazioni han fissata la massima elongazione di Venere a circa 47°, e la massima elongazione di Mercurio a circa 28.° Se le orbite de' pianeti fossero circolari, la massima elongazione non avrebbe variazione alcuna, ma essendo ellittiche, dev' esser soggetta ad una variazione, che nasce dalle varie distanze dal sole de' pianeti.

705. Perchè l' orbita de' pianeti inferiori è abbracciata da quella della terra, essi debbono trovarsi talvolta in mezzo al sole, ed alla terra; e talvolta sopra del sole. Sia la terra (fig. 145.) in T, e Mercurio in M; ecco la congiunzione inferiore. Sia poi la terra in T. e Mercurio in L: ecco la congiunzione superiore.

706. La veduta de' pianeti inferiori sotto la forma di macchie nere in mezzo al sole ha luogo nelle congiunzioni inferiori.

707. Essendo i pianeti corpi opachi, ciò dee succedere quante volte sono nella congiunzione inferiore, e si trovano colla terra nel medesimo piano.

708. Quindi i pianeti inferiori debbono esser soggetti a fasi egualmente, che la luna

709. È *diretto* il pianeta, se cammina secondo l' ordine

de' segni, *retrogrado*, se cammina contro l'ordine de' segni. Essendo la terra in T (fig. 146.), e Mercurio in *h*, egli si vedrà in A. Mentre passa da *h* in *m*, e da *m* in *n* si vede camminare secondo l'ordine de' segni A, N, B. Ecco la *direzione*. Essendo poi la terra in T, e Mercurio in *n*, egli si vedrà in B. Mentre passa da *n* in L, e da L in *h*, si vede camminar contro l'ordine de' segni B, N, A. Ecco la *retrogradazione*.

710. Il pianeta è *stazionario*, se sembra star fermo. Ciò avviene nel passare o dal moto diretto al retrogrado, o dal retrogrado al diretto. Il pianeta percorre due volte il medesimo arco, e sembra star fermo.

CAP. XII.

Fenomeni nascenti dal moto della terra, e de' pianeti superiori.

711. Mentre i pianeti superiori descrivono un' orbita intorno al sole, ne fa più di una la terra. Quindi

712. I pianeti superiori compariscono sotto qualunque elongazione. Secondo che si trovano in diversi punti delle orbite, debbono vedersi dalla terra in diverse distanze dal sole.

713. Non può assegnarsi un termine di massima elongazione. Le loro orbite abbracciano quella della terra, e perciò la loro elongazione può vedersi sotto qualunque angolo.

714. I pianeti superiori, oltre alla congiunzione col sole, debbono dare un' opposizione. Le loro orbite abbracciano quella della terra, e perciò sono congiunti al sole, quando si trovano sopra di esso, son opposti, quando in mezzo ad essi, e 'l sole si trova la terra.

715. I pianeti superiori si veggono più grandi nell' opposizione, che nella congiunzione. Nell' opposizione son più vicini alla terra per l' intiero diametro dell' ecclittica.

716. La differenza del diametro, e del lume de' pianeti superiori veduti nell' opposizione, e nella congiunzione, è più sensibile in Marte, che negli altri pianeti, perchè il diametro dell' ecclittica ha una ragione sensibile al semidiametro dell' orbita di Marte, che nell' opposizione è cinque volte più vicino alla terra di quel, ch' è nella congiunzione. Quindi il suo diametro comparisce cinque volte più grande, e perciò il volume, e quindi lo splendore è venticinque volte accresciuto. Non è dunque strano, che Marte talvolta, come avvenne nel mese di Luglio del 1529., comparisce sì grande, e sì luminoso, che si prende per un altro astro.

717. Nessuno de' pianeti superiori può vedersi dalla terra nel disco solare. Invece della congiunzione inferiore, hanno l'opposizione (714).

718. Il disco de' pianeti superiori è occultato dal sole, se, essendo nel medesimo piano, sono in congiunzione.

CAP. XIII.

Fenomeni nascenti dal moto de' satelliti.

719. I satelliti, girando intorno a' loro primari in diverse distanze, e in tempi diversi, con essi girano intorno al sole.

720. I satelliti non mai si scostano da' loro primari oltre certi limiti. Ognuno gira in una distanza determinata.

721. I satelliti sono diretti, retrogradi, sopra, sotto, e a fianco del loro primario. Girano in distanze, e tempi diversi.

722. Non tutt' i satelliti son sempre visibili, come la luna. Quando sono tra' primari, e la terra in un solo piano, non debbono da essi distinguersi, e debbono esserne coverti, quando son dietro a' medesimi nel piano stesso.

723. I satelliti debbono esser soggetti a fasi. Essendo corpi opachi, e rotondi, debbono essere illuminati dal sole in un emisfero solo. Quindi, secondo che presentano l' emisfero illuminato in tutto, o in parte, o l' emisfero ottenebrato, danno le fasi.

724. Non di tutt' i satelliti son visibili a noi le fasi, per la distanza grande, in cui sono. Le fasi però della luna vicina son chiaramente visibili, e calcolabili.

725. La luna talvolta non si vede affatto, e si ha il *novilunio*, talvolta si vede tutta, e si ha il *plenilunio*, talvolta si vede in parte, e si hanno i *quarti*. Il Novilunio, e 'l Plenilunio, si dicono *sigizie*, e i quarti *fasi*.

Rappresenti S (fig. 144) il sole, T la terra, ABCDEFGH l' orbita della luna intorno alla terra. Ecco come avvengono le sigizie, e le fasi. Quando la luna è in A, oppone alla terra l' emisfero ottenebrato, e si ha il *Novilunio*. In B oppone alla terra la quarta parte dell' emisfero illuminato, e si ha il primo quarto: in C oppone alla terra due quarte parti dell' emisfero illuminato, e si ha il secondo quarto: in D oppone tre quarte parti dell' emisfero illuminato, e si ha il terzo quarto: in E oppone tutto l' emisfero illuminato, e si ha il Plenilunio. Avvanzandosi da E in A, va mancando colla stessa legge, con cui è andata crescendo, e perciò in F si vede meno un quarto, in G meno due quarti, in H meno tre quarti, in A finalmente sparisce nel novilunio.

726. La luna va crescendo dal novilunio al plenilunio, e va mancando dal plenilunio al novilunio. Il segno sensibile, per conoscerne la crescenza, o la mancanza, è di vedere se il gobbo è a ponente, o a levante. Quando la luna ha il gobbo a levante, è mancante, e, quando l' ha a ponente, è crescente.

CAP. XIV.

Ecclisse

727. Succede l' *ecclisse*, se un astro ha la privazione di luce reale, o apparente.

728. L' ecclisse nasce da che un corpo opaco, posto in mezzo ad un luminoso, ed un opaco, intercetta i raggi, che dall' uno dovrebbero cader sull' altro. Perchè poi un corpo opaco, quando intercetta i raggi, che dovrebbero cader su di un altro, butta la sua ombra su di esso; si ha l' ecclisse, quando un corpo opaco s' immerge nell' ombra di un altro.

729. Un corpo sferico opaco posto innanzi ad altro sferico luminoso, 1. se è eguale al luminoso, butta l' ombra cilindrica infinita. I raggi del luminoso, che toccano gli estremi del diametro dell' opaco, son paralleli, e perciò non s' incontrano giammai, 2. se è maggiore del luminoso, butta l' ombra conica infinita. I raggi del luminoso, che toccano gli estremi del diametro dell' opaco, son divergenti, e perciò non possono incontrarsi, 3. se è minore del luminoso, butta l' ombra conica finita. I raggi del luminoso, che toccano gli estremi del diametro dell' opaco, son convergenti, e perciò debbono incontrarsi.

730. Dunque le ombre, che gettano tutt' i pianeti, son coniche, e finite, giacchè ciascuno di essi può considerarsi sferico, ed è minore del sole.

731. Quindi possono ecclissarsi gli astri vicini tra loro, e non i distanti, e perciò i satelliti con i loro primari possono; e debbono ecclissarsi tra loro.

732. Per persuadersene, si misuri l' ombra di ciascun pianeta. La lunghezza dell' ombra paragonata alla distanza rispettiva de' pianeti primari dimostrerà l' assunto. Quindi

Prob.

Misurare l' ombra di un pianeta

733. Sia (fig. 147.) Ss il diametro del sole, ed O il centro: Pp il diametro del pianeta, e C il centro. Si tirino le

tangenti Sp, sp, e si portino avanti, finchè s' incontrano in A. Sarà A l' apice dell' ombra, CA, che ne unisce l' apice col centro del pianeta, esprimerà la lunghezza della medesima. Or ecco il modo di misurar CA. Essendo Ss, e Pp parallele, saranno simili sì i due triangoli SAs, PAp, che i due ASO, APO. Quindi si avrà Ss : Pp = AS : AP = AO : AC, e perciò, Ss — Pp : Pp = AO — AC : OC = OC : AC. Laonde, essendo noti i diametri del sole, e del pianeta, e la distanza del pianeta dal sole, sarà nota la lunghezza dell' ombra.

734. L' ecclisse è *parziale*, *totale*, *centrale*. È parziale, quando una parte solamente del pianeta s' immerge nell' ombra: totale, quando vi s' immerge tutto: centrale, quando il centro del corpo ecclissato corrisponde ad uno de' *nodi*, o sia ad uno de' punti, in cui s' intersecano le orbite de' due pianeti.

735. La luna ha l' ecclisse, quando s' immerge nell' ombra della terra. Dunque, per aversi l' ecclisse lunare, è necessario, che la luna sia in opposizione col sole.

Tutt' i Filosofi, ed Astronomi antichi, secondo Plutarco ebbero per certo *defectiones* (*lunae*) *in umbram terrae incurrente luna fieri*, *terraeque inter utrumque sidus objectu*. *De Placit. Philos lib.* 2. *c.* 29. Quindi ben dicea Cicerone, che luna *incidens in umbram terrae, cum est e regione solis interpositu*, *interjectuque terrae*, *repente deficit. De nat. Deor. lib.* 2. *c.* 40.

736. Dunque l' ecclisse lunare non può aversi, che nel plenilunio. Ma perchè non succede in ogni plenilunio? La terra scorre l' ecclittica, e perciò butta l' ombra sua nel piano della medesima. Se l' ecclittica scorresse ancora la luna, in ogni plenilunio, si avrebbe l' ecclisse lunare: ma l' orbita della luna interseca l' ecclittica. Dunque si ha l' ecclisse lunare, quando la luna nell' opposizione al sole si trova o ne' nodi, o presso ad essi, perchè allora, essendo o nel piano dell' ecclittica, o presso ad esso, può essere ingombrata dall' ombra terrestre.

737. La terra ordinariamente due volte l' anno è ne' nodi colla luna. Dunque due volte l' anno può succedere l' ecclisse lunare. Ho detto può succedere, perchè, se, mentre la luna s' incontra ne' nodi, è già terminata l' opposizione col sole, l' ecclisse non si ha.

738. La luna, quando è presso a' nodi, purchè seguita ad essere nell' opposizione col sole, può patir l' ecclisse, perchè, essendo conica l' ombra della terra, occupa uno spazio, nel quale può immergersi. Ma quali sono i *termini ecclittici*, trai quali la luna può subir l' ecclisse? Essi sono ristretti a circa 12. gradi.

739. L'ecclisse lunare può essere parziale, totale, e centrale. Essendo fuori de' nodi, ma prossima ad essi, può cader nell'ombra terrestre o in parte, o tutta, e quindi aversi l'ecclisse parziale, o totale, ed essendo ne' nodi, può corrispondervi col suo centro, e quindi aversi l'ecclisse centrale (371).

740. L'ecclisse lunare può durar più, o meno tempo. Ciò dipende 1. dall'essere centrale, totale, o parziale. 2. dall'essere la luna perigea, o apogea. La luna perigea s'immerge in parte dell'ombra conica terrestre più vicina alla base, e perciò più ampia, e quindi impiega più tempo a percorrerla, l'apogea s'immerge in parte dell'ombra stessa più vicina alla cima, e perciò men ampia, e quindi la scorre più presto.

741. La lunghezza dell'ombra conica terrestre supera almeno per tre volte la distanza della luna dalla terra, e la larghezza della medesima ne' punti, in cui è attraversata dalla luna, è più che doppia del diametro lunare. Quindi è facile lo spiegar la totalità, e la durata dell'ecclisse lunare, durata che dipende 1. dalla distanza del sole dalla terra, 2. dalla distanza della luna nel tempo stesso. 3. dal moto periodico della luna.

742. La luna nell'ecclisse suol vedersi talora con una luce, che tende tra 'l nero, e 'l rosso. I raggi solari, rifrangendosi nell'atmosfera terrestre, cadono nell'ombra della terra, e la rendono men oscura. Perchè poi questi raggi non giungono a penetrar l'asse dell'ombra, o lo toccano solamente verso la cima, questa luce si vede nell'ecclisse lunare piuttosto, quando la luna è apogea, che quando è perigea.

743. Quindi nell'ecclisse lunare la luna talvolta è visibile, e talvolta no, ed è invisibile ordinariamente, quando la luna è perigea.

744. L'*ecclisse solare*, o piuttosto *terrestre*, si ha, quando la luna è in mezzo al sole, ed alla terra, e per conseguenza cade nell'ombra della luna.

745. Talete Milesio il primo, secondo Plutarco, conobbe *solem deficere luna eum ad perpendiculum subeunte. De Placit. Phil. lib. 2. c. 24.* Quindi Plinio: *manifestum est solem interventu lunae occultari. Hist. nat. lib. 2. c. 10.*

746. Dunque, per l'ecclisse solare, è necessario, che la luna 1. sia in congiunzione col sole, e perciò nel novilunio 2. nel novilunio si trovi o ne' nodi, o presso ad essi.

747. Per l'ecclisse solare, basta, che la luna sia nella congiunzione del sole apparente. Questa si dà, quando le linee de' nodi apparenti, tirate dall'occhio dello spettatore pe' centri del sole, e della luna, coincidono nello stesso punto dello zodiaco.

748. L' ecclisse solare può essere parziale, e centrale. Il primo può avvenire, quando la luna è presso a' nodi, e 'l secondo, quando col suo centro corrisponde a' nodi.

749. L' ecclisse solare non può essere totale per tutta la terra. Essendo la luna assai più piccola del sole, non può intercettarne tutt' i raggi. Infatti il volume del sole è a quello della luna $= 1400000 : \frac{1}{49} = 68600000 : 1$.

750. Quindi, parlandosi di ecclisse solare totale, dee intendersi di un ecclisse totale solamente in rapporto ad alcuni luoghi della terra.

751. Wolfio *Elem. Astronom. p. 2. cap. 1.* riferisce, che nel 1706 vi fu un' ecclisse solare in alcuni luoghi tale, che scomparve assolutamente il sole, e si videro le stelle in cielo. Ciò mostra, che l' ecclissi solari possono impedire per qualche momento, che 'l sole si renda visibile.

752. Dunque l' ecclisse solare nella morte di Cristo non avvenne senza miracolo, poichè 1. fu generale, e tal non potea essere (749) 2. avvenne nel plenilunio, e ciò non potea succedere. (746) Infatti Cristo morì di Pasca, e per legge Giudaica la solennità Pascale non potea celebrarsi prima della quartadecima del primo mese. A ragione perciò disse Dionigi l' Areopagita, che o l' autore della natura pativa, o la macchina del mondo andava a disciogliersi.

753. L'ecclisse solare può comparire annulare. Ciò avviene quando il disco del sole si vede oscurato in mezzo con un lembo luminoso intorno a forma di anello.

754. Molt' ecclissi annulari sono avvenute: a noi fu dato di osservar quella del dì 7. Settembre 1820, che non fu totale, perchè allora il diametro apparente del sole era di 31' 50", e quello della luna di 29' 28". Sembra, che la prima ecclisse annulare, di cui ci parla la storia, sia quella, che seguì la morte di Giulio Cesare. *Post necem Caesaris reverso ab Apollonia, et ingrediente urbem Augusto, repente liquido, et puro sereno, circulus ad speciem coelestis arcus orbem solis ambiit.* Svet. *in Aug.* Di questa parlano ancora Filostrato, Plinio, Seneca, Orosio, Dione, Zonara. etc.

CAP. XV.

Anno, mese, epatta, era, correzione del calendario, e soluzione di alcuni problemi.

755. Il sole tocca l' ariete, e dà l' equinozio di primavera: quindi va successivamente scorrendo i dodici segni dello

zodiaco, e, dopo averli scorsi tutti, tocca l' ariete di bel nuovo, e dà l' altro equinozio di primavera. Lo spazio di tempo scorso tra 'l primo, e 'l secondo equinozio si dice *anno tropico*, ed è di 365 giorni, 5. ore, 46' 52" (643).

756. Mentre la terra fa una volta la sua rivoluzione intorno al sole, la luna fa 12 volte la rivoluzione sua intorno alla terra, e si hanno 12. congiunzioni medie della luna col sole. Ogni congiunzione media si eseguisce in 29. giorni 12. ore 44' 3". Il tempo percorso tra due lunazioni medie successive forma il *mese*, e lo spazio di tempo percorso in 12 mesi si dice *anno lunare*. Quindi l'anno lunare è di 354 giorni 8 ore 48' 36".

757 L' anno solare, e lunare non si compiscono nel tempo stesso, ma in ogni 19. anni solari si contengono 235. mesi lunari completi. Quindi a capo di ogni 19. anni le lunazioni succedono negli stessi giorni.

758. Si dice *ciclo lunare* il periodo di anni 19. Questo periodo attribuito a Metone fa conoscere il *numero d' oro*, così detto, perchè ogni anno nel foro di Atene si segnava a caratteri d' oro, per l' intelligenza de' noviluni.

759. L' *anno civile* è l' anno, di cui si fa uso, per la misura del tempo per gli usi civili. È calcolato sull' anno solare, o lunare astronomico, dal quale si tolgono le frazioni (756). Quindi l' anno civile solare è di giorni 365, e l'anno civile lunare è di giorni 354, e perciò l' anno lunare è più corto del solare di giorni 11.

760. L' *epatta* è il numero de' giorni da aggiungersi all' anno lunare, per aversi il solare. Quindi essendo l' anno lunare di giorni 354, il solare di 365, trascurandosi le frazioni, l' epatta è il numero 11 da aggiungersi ogni anno all' anno lunare, per uguagliare il solare. Da ciò avviene, che conosciutasi l' epatta di un anno, si sa quella dell' anno seguente, aggiungendosi 11, e togliendo 30, se la somma passa il 30. L' epatta dell' anno 1844 fu 11. quella dell' anno corrente 1845 è 22: quella dell' anno venturo 1846 sarà $= 22 + 11 = 33 - 30 = 3$. Si avverta, che l' epatta di un anno comincia a correre da Marzo dell' anno stesso, giacchè da marzo comincia l' anno astronomico.

761. L' *era*, o *epoca* è il termine, dal quale cominciano a contarsi gli anni. L' era *Cristiana*, che dicesi *volgare*, comincia dalle nascita, o piuttosto dalla Circoncisione di Cristo, cioè dalle calende di Gennaro dell' anno 4004 dalla creazione del mondo, secondo il calcolo di Usserio più ricevuto. Si avverta, che nell' anno della nascita di Cristo il numero d' oro fu 2.

762. L' anno civile si è ordinato dalle varie nazioni sul-

l'astronomico lunare, o solare. Gli Alessandrini, fatto ogni mese di giorni 30, per avere l'anno di giorni 365, ai 360. giorni de' 12. mesi aggiungevano alla fine dell'anno altri giorni 5. Numa Pompilio, che fu il primo ad ordinare il calendario Romano, fissò l'anno civile a giorni 365.

763. L'anno civile ordinato sull'astronomico sia lunare, sia solare, doveva essere per necessità inesatto, perchè, non facendosi in esso conto delle frazioni (759), era minore del vero. Quindi dovè recare uno sconcerto nel calcolo del tempo.

764. Lo sconcerto conseguenza dell'anno civile inesatto era divenuto sensibilissimo in Roma a tempi di Giulio Cesare, anche per la soverchia licenza de' Pontefici, che in grazia de' pubblicani estendevano, o accorciavano l'anno. Quindi nè le ferie delle messi corrispondevano all'està, nè quelle delle vendemie all'autunno.

765. Giulio Cesare fece la correzione dell'anno Pompiliano, fissando l'anno a 365 giorni, e ore 6: considerando poi, che le ore 6. nel termine di anni quattro formano un giorno intiero, stabilì, che ogni quattro anni si facesse l'anno di giorni 366. Quindi nacque la distinzione dell'*anno comune* di 365. giorni, e dell'*anno bisestile* di giorni 366, detto *bisestile* da *bis sexto*, perchè il giorno sesto prima delle calende di Marzo numeravasi due volte.

766 L'anno Giuliano fissato a giorni 366. era più lungo del vero, perchè l'anno tropico è di 365. 5. ore 46' 53''. Quindi l'anno Giuliano dovè portare altro sconcerto nel calcolo del tempo, che sotto il Pontefice Gregorio XIII, cioè nel 1582, era divenuto sensibilissimo. Gregorio XIII, ne fece la correzione, che fu detta *Gregoriana*. Questa correzione dovè 1. togliere lo sconcerto già avvenuto 2. prevenire quel, che sarebbe avvenuto in appresso. Il primo intento si ebbe togliendo giorni 10. dagli anni già scorsi: il secondo si ottenne, stabilendosi, che de' centesimi, che nell'anno Giuliano doveano esssere *bisestili*, dal 1600. in poi i primi tre fossero comuni, e 'l quarto bisestile, cioè stabilendosi, che i centesimi 1700, 1800, 1900 fossero comuni, e 2000 fosse bisestile.

767. Dall'esposte nozioni dipende la soluzione di varî problemi interessanti. Eccone un saggio.

PROB. I.

768. Trovare in qual segno, e in qual grado si trova il sole in un dato giorno.

Soluzione. Se il giorno dato è maggiore del giorno, in

cui entra il sole nel segno del mese, dal primo giorno si sottrae il secondo: se è minore, dal primo $+ 30$ si sottrae il secondo. Il residuo nel primo caso darà i gradi del sole nel segno del mese, nel secondo i gradi del sole nel segno precedente.

Esempio 1. A 27. Marzo in qual segno, e in qual grado si trova il sole? Perchè il sole entra in *Ariete* a 21 Marzo, e $27-21=6$; il sole è nel grado 6. di ariete.

Esempio. 2. A 16 Marzo in qual segno, e in qual grado è il sole? Perchè il sole entra in ariete a 21. Marzo, e $16+30-21=25$; il sole è nel grado 25 de' *Pesci*.

PROB. II.

769. Trovare 1. se un dato anno è bisestile, 2. se non lo è, qual è dopo il bisestile 3. quanti sono gli anni bisestili scorsi da Cristo in poi.

Soluzione. L'anno dato si divida per 4. Se il quoto nasce senza frazione, 1. il quoto darà gli anni bisestili scorsi, 2 l'anno è bisestile. Se poi il quoto nasce con frazione, 1. il quoto darà gli anni bisestili scorsi, 2. la frazione indicherà quanti anni sono scorsi dall' ultimo bisestile.

Esempio. L' anno 1842 fu, o no bisestile? Essendo $\frac{1842}{4}$ $=460. \frac{2}{4}$; 1. l'anno 1842 non fu bisestile, 2. fu 2 dopo l' ultimo bisestile, 3. erano scorsi da Cristo in poi 460 bisestili.

Avvertimento

770. 1.° Gli anni bisestili scorsi erano effettivamente $460-2$, o sia 458, perchè dalla correzione Gregoriana in poi si erano avuti i due centesimi 1700, e 1800 non bisestili (766) 2. l'anno dato si divide per 4, perchè in ogni quarto anno si ha il bisestile.

PROB. III.

771. Dato un anno trovare 1. i cicli lunari scorsi da Cristo in poi, 2. il numero d' oro dell' anno.

Soluzione. All' anno dato si aggiunge 1, e la somma si divide per 19. Se il quoto nasce senza frazione, 1. il quoto darà i cicli lunari scorsi da Cristo in poi, 2. il numero d'oro sarà il ciclo completo, o sia 19. Se il quoto nasce con frazione, la frazione darà il numero d' oro.

Esempio. Quanti cicli lunari erano scorsi nel 1748, e qual

fu il numero d'oro? Perchè $\frac{1748 + 1}{19} = 92$, 1 erano scorsi in quell'anno cicli lunari 92. 2. fu 1 il numero d'oro.

Avvertimento

772. 1. All'anno dato si aggiunge 1, perchè il numero d'oro nella nascita di Cristo fu 2, e quindi era scorso 1 (761). 2. si fa la divisione per 19, perchè il periodo lunare è di anni 19.

PROB. IV.

773 Trovare l'epatta di un dato anno.

Soluzione. Il numero d'oro del dato anno si moltiplica per 11, e 'l prodotto — 11 si divida per 30. se si può: il residuo darà l'epatta.

Esempio. Qual fu l'epatta dell'anno 1750? Perchè il numero d'oro di quell'anno fu 3, e $3 \times 11 = 33 - 11 = 22$; l'epatta di quell'anno fu 22, non potendosi il 22 dividere per 30.

Avvertimento

774. Si toglie 11 dal prodotto del numero d'oro per 11 per la correzione Gregoriana (766).

PROB. V.

775. Dato il giorno di un dato mese dell'anno, trovare l'età della luna.

Soluzione. Si faccia la somma del giorno del mese, dell'epatta corrente, e delle calende, cioè del numero de' mesi scorsi da Marzo. Se la detta somma è meno di 30, sarà l'età richiesta, se è più di 30, tolti quanti 30 contiene, il resto darà l'età dell'luna.

Esempio. A 15. Agosto 1812 qual fu l'età della luna? Perchè erano 15. i giorni del mese, 18 l'epatta, 6 il numero delle calende; l'età della luna era $= 15 + 18 + 6 - 30 = 9$.

Avvertimento

776. L'età della luna 1. se si trova o, si ha il novilunio 2. se si trova 15. si ha il plenilunio 3. se è tra 1, e 15 si hanno le varie fasi della luna crescente 4. se è tra 15, e 30 si hanno le varie fasi della luna mancante.

FINE DEL VOLUME TERZO.

INDICE

DELLA FISICA DEL VOLUME III.

DISSERTAZIONE XII.

ACQUA

DISSERTAZIONE XIII.

OTTICA, DIOTTRICA, CATTOTTRICA

DISSERTAZIONE XIV.

ASTRONOMIA

Fig. 118
Fig. 120
Fig. 123.
Fig. 122
Fig. 129.
Fig. 125.
128.
Fig. 131
Ro
Ar
Gia
Ver
Bl
In
Vio